



(51) МПК  
*C08J 9/00* (2006.01)  
*C08J 9/14* (2006.01)  
*C09K 21/00* (2006.01)  
*C08L 25/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011134093/05, 05.01.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 05.01.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 15.01.2009 US 61/144,767

(43) Дата публикации заявки: 20.02.2013 Бюл. № 5

(45) Опубликовано: 27.09.2014 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
 поиске: (см. прод.)

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
 национальной фазе: 15.08.2011

(86) Заявка РСТ:  
 US 2010/020092 (05.01.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:  
 WO 2010/083068 (22.07.2010)

Адрес для переписки:  
 129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
 ООО "Юридическая фирма Городиский и  
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

ГОРДОН-ДАФФИ Джон (FR),  
 ЭРРОУСМИТ Дэвид (DE),  
 ЛИ Саймон (US),  
 ШМИДТ Ральф (DE)

(73) Патентообладатель(и):

ДАУГЛОБАЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ ЭлЭлСи  
 (US)

RU 2 529 520 C2

(54) ПЕНОПОЛИМЕР, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙСЯ НИЗКИМ УРОВНЕМ СОДЕРЖАНИЯ БРОМА

(57) Реферат:

Изобретение относится к экструдированному пенополимеру, характеризующемуся низким уровнем содержания брома, и способу получения такого экструдированного пеноматериала. Пенополимер содержит (а) полимерную матрицу, где более чем 50 мас.% всех полимеров в полимерной матрице представляют собой алкенильные ароматические полимеры, (b) 0,8-1,4 мас.% бромидов в расчете на массу полимерной матрицы, (с) 0,05-0,5 мас.% акцептора бромистоводородной кислоты, диспергированного в полимерной матрице, в расчете на массу полимерной матрицы, (d) менее чем 0,1 мас.% С-С

и О-О лабильных органических соединений, диспергированных в полимерной матрице, в расчете на массу полимерной матрицы, и (e) 0,5-1,5 мас.% графита, диспергированного в полимерную матрицу, в расчете на полную массу полимерной матрицы. Теплоизолирующий экструдированный пенополимер успешно проходит немецкие испытания на огнестойкость В2 без потребности в наличии большего количества С-С или О-О лабильных органических соединений и бромидов. 2 н. и 7 з.п. ф-лы, 1 табл., 3 пр.

RU 2 529 520 C2

(56) (продолжение):

US 20080064774 A1, 13.03.2008; EP 0863175 A2, 09.09.1998; US 4272583 A1, 09.06.1981; RU 2223984 C2, 20.02.2004; DE 29616361 U1, 07.11.1996; RU 2327711 C2, 27.06.2008.

R U 2 5 2 9 5 2 0 C 2

R U 2 5 2 9 5 2 0 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C08J 9/00* (2006.01)  
*C08J 9/14* (2006.01)  
*C09K 21/00* (2006.01)  
*C08L 25/00* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011134093/05, 05.01.2010**(24) Effective date for property rights:  
**05.01.2010**

Priority:

(30) Convention priority:  
**15.01.2009 US 61/144,767**(43) Application published: **20.02.2013** Bull. № 5(45) Date of publication: **27.09.2014** Bull. № 27(85) Commencement of national phase: **15.08.2011**(86) PCT application:  
**US 2010/020092 (05.01.2010)**(87) PCT publication:  
**WO 2010/083068 (22.07.2010)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**GORDON-DAFFI Dzhon (FR),  
EhRROUSMIT Dehvid (DE),  
LI Sajmon (US),  
ShMIDT Ralf (DE)**

(73) Proprietor(s):

**DAU GLOBAL TEKNOLODZhIZ EhI EhI Si  
(US)****(54) FOAM POLYMER, CHARACTERISED BY LOW LEVEL OF BROMINE CONTENT**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to extruded foam polymer, characterised by low level of bromine content, and to method of obtaining said extruded foam material. Foam polymer contains (a) polymer matrix, where more than 50 wt % of all polymers in polymer matrix represent alkenyl aromatic polymers, (b) 0.8-1.4 wt % of bromide calculated per polymer matrix weight, (c) 0.05-0.5 wt % of hydrobromic acid acceptor, dispersed in polymer matrix, calculated per polymer matrix weight, (d) less than 0.1 wt % of C-C and O-O labile

organic compounds, dispersed in polymer matrix, calculated per polymer matrix weight, and (e) 0.5-1.5 wt % of graphite, dispersed into polymer matrix, calculated per the total weight of polymer matrix.

EFFECT: heat-insulating extruded foam polymer undergoes German test for fire resistance B2 successfully without necessity of presence of large quantity of C-C or O-O labile organic compounds and bromide.

9 cl, 1 tbl, 3 ex

## ЗАЯВЛЕНИЕ О ПЕРЕКРЕСТНОЙ ССЫЛКЕ

Данная заявка заявляет преимущество предварительной заявки США № 61/144767, поданной 15 января 2009 года.

### ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

#### 5 Область техники

Настоящее изобретение относится к экструдированному пенополимеру, характеризующемуся низким уровнем содержания брома, и способу получения такого экструдированного пеноматериала.

#### Уровень техники

10 Для достижения приемлемого уровня огнестойкости экструдированный полимерный пеноматериал обычно содержит бромированные антипирены. Хорошо известный стандарт по огнестойкости представляет собой немецкое испытание на огнестойкость B2, соответствующее документу DIN 4102. Такая огнестойкость является в особенности желательной для теплоизолирующих полимерных пеноматериалов, предназначенных  
15 для использования в областях применения при строительстве и конструировании. Бромированным антипиренам, таким как гексабромциклододекан (ГБЦД), свойственны все более ужесточающиеся ограничения по их использованию в экструдированном полимерном пеноматериале вследствие негативного воздействия на окружающую среду, связанного с ними. Поэтому для оптимизирования воспринимаемого экологически  
20 безопасного характера пеноматериала желательно свести к минимуму уровень содержания бромированных антипиренов в экструдированном пеноматериале.

В европейском патенте (EP) 0863175B1 описывается теплоизолирующий экструдированный полимерный пеноматериал, который содержит графит и бромированный антипирен. Согласно сообщениям пенополимер успешно проходит  
25 немецкое испытание на огнестойкость B2 только при том условии, что концентрация бромсодержащих соединений антипиренов является большей чем два массовых процента (масс.%) или используется в комбинации с 0,1-0,5 масс.% С-С или О-О лабильного органического соединения. Кроме того, бромированный антипирен должен содержать, по меньшей мере 70 масс.% бромидов. Поэтому как свидетельствуют положения  
30 документа EP0863175B1, для успешного прохождения немецкого испытания на огнестойкость B2 необходимо иметь более чем 1,4 масс.% бромидов, если только не будут присутствовать 0,1-0,5 масс.% С-С или О-О лабильных органических соединений.

Желательно добиться получения теплоизолирующего экструдированного пенополимера, который успешно проходит немецкие испытания на огнестойкость B2  
35 без потребности в наличии от 0,1 до 0,5 масс.% С-С или О-О лабильных органических соединений и без потребности в наличии более чем 1,4 масс.% бромидов.

### КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение удовлетворяет потребность современного уровня техники в полимерном пеноматериале в результате предложения экструдированного  
40 полимерного пеноматериала, который успешно проходит немецкое испытание на огнестойкость B2 без требования наличия от 0,1 до 0,5 масс.% С-С или О-О лабильных органических соединений и при одновременном содержании 1,4 масс. % и менее бромидов.

Как это ни удивительно, но для получения экструдированного полимерного пеноматериала, характеризующегося огнестойкостью, достаточной для успешного  
45 прохождения немецкого испытания на огнестойкость B2 из документа DIN4102, достаточными являются 1,4 масс.% и менее бромидов в комбинации с акцептором бромисто-водородной кислоты, в присутствии даже менее чем 0,1 масс.%, более того, даже в отсутствие С-С и О-О лабильного органического соединения, в расчете на массу

полимера.

Еще более удивительным является то, что такой полимерный пеноматериал может успешно проходить немецкое испытание на огнестойкость В2 в случае дополнительного содержания вплоть до 1,5 массовой части воспламеняемого пенообразователя на сто

5

частей полимера. В первом аспекте настоящее изобретение представляет собой экструдированный пенополимер, содержащий: (а) полимерную матрицу, где более чем 50 масс.% всех полимеров в полимерной матрице представляют собой алкенильные ароматические полимеры; (b) 0,8 масс.% или более и 1,4 масс.% или менее бромида в полимерной

10

матрице в расчете на массу полимерной матрицы; (с) 0,05 масс.% или более и 0,5 масс.% или менее акцептора НВr, диспергированного в полимерной матрице, в расчете на массу полимерной матрицы; и (d) менее чем 0,1 масс.% С-С и О-О лабильных органических соединений, диспергированных в полимерной матрице, в расчете на массу полимерной матрицы.

15

Определенные варианты осуществления первого аспекта могут включать любую одну или любую комбинацию из более, чем одной из следующих далее дополнительных характеристик: пенополимер имеет плотность, которая является меньшей, чем 38 килограммов на один кубический метр, и дополнительно включает ячейки, диспергированные в полимерной матрице, где средний размер ячеек является большим, чем 100 микрометров; дополнительное содержание вплоть до 1,5 масс.%

20

воспламеняемого пенообразователя в расчете на массу пенополимера; дополнительное содержание 0,2 массовой части или более и 0,3 массовой части или менее акцептора бромисто-водородной кислоты; акцептор бромисто-водородной кислоты представляет собой органоэпоксидный материал; акцептор бромисто-водородной представляет собой новолачный эпоксид; акцептор бромисто-водородной кислоты представляет собой эпокси-крезольный новолак; экструдированный пенополимер не содержит С-С и О-О лабильных органических соединений; и дополнительное содержание вплоть до 1,5 масс.% и более графита, диспергированного в полимерной матрице, в расчете на совокупную массу полимерной матрицы.

25

30

Во втором аспекте настоящее изобретение представляет собой способ получения экструдированного пенополимера, включающий стадии: (а) получения вспениваемой полимерной композиции, имеющей температуру размягчения, в экструдере при первоначальной температуре, равной или большей температуры размягчения, и при первоначальном давлении, которое исключает вспенивание полимерной композиции;

35

(b) воздействия на вспениваемую полимерную композицию давлением, которое является меньшим, чем первоначальное давление, и которое делает возможным расширение вспениваемой полимерной композиции до получения пенополимера; и (с) обеспечения расширения вспениваемой полимерной композиции до получения пенополимера; где вспениваемая полимерная композиция содержит: (i) полимер, по меньшей мере, 50

40

масс.% которого представляют собой один или несколько алкенильных ароматических полимеров; (ii) композицию пенообразователя, которая содержит воду с концентрацией 0,3 массовой части на 100 массовых частей полимера, и которая состоит из пенообразователей, характеризующихся потенциалом озонного истощения, равным нулю, и потенциалом глобального потепления, который является меньшим чем 1000; (iii) бромированный антипирен, достаточный для получения 0,8 масс.% или более и 1,4

45

масс.% или менее бромида в расчете на совокупную массу полимера; (iv) 0,05 масс.% или более и 0,5 масс.% или менее акцептора бромисто-водородной кислоты в расчете на совокупную массу полимера; (v) по меньшей мере, 1,5 масс.% графита в расчете на

совокупную массу полимера; и (vi) менее, чем 0,1 масс.% С-С и О-О лабильных органических соединений в расчете на совокупную массу полимера.

5 Определенные варианты осуществления второго аспекта включают любую одну или любую комбинацию из более, чем одной из следующих далее характеристик:  
пенообразователь включает воспламеняемый пенообразователь; вспениваемая  
10 полимерная композиция содержит 0,2 масс.% или более и 0,3 масс.% или менее акцептора бромисто-водородной кислоты в расчете на совокупную массу вспениваемой полимерной композиции; акцептор бромисто-водородной кислоты представляет собой  
10 органикоэпоксидный акцептор кислоты; акцептор бромисто-водородной кислоты представляет собой новолачный эпоксид; акцептор бромисто-водородной кислоты представляет собой эпокси-крезольный новолак; вспениваемая полимерная композиция не содержит С-С и О-О лабильных органических соединений; и вспениваемая полимерная композиция содержит вплоть до 1,5 масс.% графита в расчете на массу вспениваемой полимерной композиции.

15 Способ настоящего изобретения является подходящим для использования при получении полимерного пеноматериала настоящего изобретения. Полимерный пеноматериал настоящего изобретения является подходящим для использования, например, в качестве теплоизолирующего материала.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

20 Акцептор бромисто-водородной кислоты (акцептор НВг) обозначает материалы, которые вступают в реакцию с бромисто-водородной кислотой с образованием ковалентных связей углерод-бром.

Воспламеняемый пенообразователь обозначает пенообразователь, характеризующийся нижним пределом взрываемости в воздухе, равным пяти объемным  
25 процентам или менее согласно определению в соответствии с документом ASTM E681-04.

С-С и О-О лабильные органические соединения представляют собой молекулы, содержащие одинарные связи С-С или О-О, которые гомолитически расщепляются при повышенной температуре, после чего остаются фрагменты, содержащие С- и О-  
30 радикалы.

Температура размягчения полимера или полимерной композиции обозначает температуру, при которой полимер (или полимерная композиция) становится податливым и перемещаемым в экструдере. Температуру размягчения аморфного полимера желательно считать эквивалентной температуре стеклования аморфного  
35 полимера. В случае присутствия в полимерной композиции более, чем одного полимера и наличия в полимерной композиции непрерывной аморфной полимерной фазы в качестве температуры размягчения композиции желательно рассматривать температуру стеклования непрерывной полимерной фазы. В случае полукристаллического полимера или содержания в полимерной композиции непрерывной полукристаллической фазы  
40 вместо непрерывной аморфной фазы в качестве температуры размягчения полимера или полимерной композиции желательно рассматривать температуру кристаллизации полукристаллической фазы.

Потенциал озонного истощения (ПОИ) представляет собой соотношение между воздействием на озон химического реагента и воздействием подобной массы СFC-11.  
45 Фторированные углеводороды характеризуются значением ПОИ, равным нулю, поскольку они не содержат хлора (см., [www.epa.gov/Ozone/defns.html](http://www.epa.gov/Ozone/defns.html)).

Потенциал глобального потепления (ПГП) представляет собой соотношение между потеплением, вызываемым веществом, и потеплением, вызываемым подобной массой

диоксида углерода. Таким образом, диоксид углерода характеризуется значением ППП 1,0. Вода характеризуется значением ППП, равным нулю (см., [www.epa.gov/Ozone/defns.html](http://www.epa.gov/Ozone/defns.html)).

5 Сокращение ASTM обозначает Американское общество по испытанию материалов. Методы ASTM в настоящем документе либо цитируют год соответствующего метода испытания в виде приведенного через дефис суффикс совместно с номером метода, либо в случае отсутствия приведенного через дефис суффикса приводятся в виде ссылки на наиболее современный метод на дату подачи данной заявки. Это имеет место для всех без исключения методов испытаний в настоящем документе.

10 Использование «и/или» обозначает «и, или в качестве альтернативы».

В частности, настоящие способ и пеноматериал предусматривают все возможные комбинации диапазонов для каждого из компонентов, описывающихся в настоящем документе.

15 Настоящий пеноматериал содержит полимерную матрицу, которая сама содержит, по меньшей мере, один полимер. Настоящий пеноматериал попадает в класс экструдированного пенополистирола, что означает то, что, по меньшей мере, 50 массовых процентов (% (масс.)) всех полимеров в полимерной матрице представляют собой алкенильные ароматические полимеры. Полимеры в полимерной матрице могут на 75 масс.% и более, на 90 масс.% и более, на 95 масс.% и более и даже на 100 масс.%  
20 представлять собой алкенильные ароматические полимеры. В желательном варианте алкенильные ароматические полимеры выбирают из стирольных полимеров, которые включают стирольный гомополимер и стирольные сополимеры, которые включают стирольные мономерные звенья. Пеноматериал, имеющий состав полимера, где, по меньшей мере, 50 масс.% полимеров в пеноматериале представляют собой стирольные  
25 полимеры, обычно известен под наименованием «экструдированного пенополистирола» или под обозначением «ЭППС». В особенности желательные стирольные полимеры включают стирол-акрилонитрильные сополимеры (САН). Алкенильные ароматические полимеры могут представлять собой полностью полистирольный гомополимер, смесь полистирольного гомополимера со стирольным сополимером при любом соотношении  
30 количеств компонентов в смеси или полностью стирольный сополимер, такой как САН. В желательном варианте алкенильные ароматические полимеры представляют собой полистирольные гомополимеры.

Экструдированный пенополимер дополнительно содержит бромированный антипирен, диспергированный в полимерной матрице. Бромированные антипирены  
35 включают гексабромциклододекан (ГБЦД), пентабромбензилбромид, а также бромированные полимерные соединения и другие бромированные материалы, которые известны и еще станут известны своей пригодностью для использования в пенополимере. Бромированный антипирен может относиться к одному типу бромированного антипирена или к комбинации из более, чем одного бромированного антипирена.  
40 Бромированные антипирены в экструдированном пенополимере присутствуют с концентрацией, достаточной для получения концентрации брома (Br), равной 1,4 масс.% и менее в расчете на массу полимера в пеноматериале. Концентрация Br может составлять 1,3 масс.% и менее, 1,2 масс.% и менее или даже 1,1 масс.% и менее в расчете на массу полимера. В желательном варианте концентрация Br составляет 0,8 масс.% и  
45 более, предпочтительно 0,9 масс.% и более, еще более предпочтительно 1,0 масс.% и даже еще более предпочтительно 1,1 масс.% и более, в расчете на массу полимера. Концентрация Br включает Br, связанный с соединением антипирена, а также любую другую форму Br. Как это ни удивительно, но даже при такой низкой концентрации Br

пеноматериалы настоящего изобретения успешно проходят немецкое испытание на огнестойкость В2 даже в случае концентраций С-С и О-О лабильных органических соединений, меньших, чем 0,1% в расчете на массу полимера, и даже в случае отсутствия С-С и О-О лабильных органических соединений в пеноматериале.

5 Акцептор бромисто-водородной кислоты (HBr) присутствует и диспергируется в полимерной матрице. Акцептор HBr будет желательным в случае присутствия бромированного антипирена в комбинации с водным пенообразователем вследствие  
10 предрасположенности к образованию HBr. HBr не желательна, поскольку она может приводить к коррозированию технологического оборудования и фактически ускорять разложение антипирена вследствие увеличения скорости дальнейшего образования HBr. Подходящие акцепторы HBr представляют собой те соединения, которые в присутствии HBr вступают в реакцию с образованием ковалентных связей с Br. Примеры  
15 подходящих акцепторов HBr включают органоэпоксидные материалы, которые являются желательными в противоположность неорганическим акцепторам кислот (таким как тетрапирофосфат натрия, ТПФН), поскольку органоэпоксидные материалы являются более растворимыми в полимере в сопоставлении с неорганическими акцепторами кислот. В особенности желательный класс органоэпоксидных акцепторов представляет собой новولاки-эпоксидные соединения, в особенности эпокси-крезольный новولاки. Эпоксидные новولاки и эпокси-крезольный новولاки являются в особенности  
20 желательными, что обуславливается их комбинацией среднемолекулярной массы (Mw), температуры стеклования (Tg) и высокого уровня содержания эпоксида. Значение Mw эпоксидных новولاков является относительно высоким, что делает их более благоприятными с точки зрения безопасности продукта. Значение Tg эпоксидных новولاков является достаточно высоким для того, чтобы не уменьшать значение Tg полимерной композиции в пенополимере во время изготовления, что может затруднить процесс вспенивания. Высокий уровень содержания эпоксида является желательным для эффективного получения стабилизирующей функциональности в пенополимере. Концентрация акцепторов HBr в пенополимере в желательном варианте составляет 0,05 масс.% и более, предпочтительно 0,1 масс.% и более, более предпочтительно 0,2  
30 масс.% и более, а обычно 0,5 масс.% и менее, более часто 0,3 масс.% и менее, в расчете на совокупную массу полимера.

Зачастую для удовлетворения пенополимером требований немецкой классификации по огнестойкости В2 в пенополимере в комбинации с бромированным антипиреном должны присутствовать синергисты на основе С-С и/или О-О лабильных органических  
35 соединений. Как это ни удивительно, но пеноматериал настоящего изобретения не требует присутствия С-С и/или О-О лабильных органических соединений для удовлетворения требований немецкой классификации по огнестойкости В2. Предположительно комбинация из бромированного антипирена и органоэпоксидного акцептора HBr настоящего изобретения и помимо С-С и/или О-О лабильных  
40 органических соединений придает пенополимеру достаточные эксплуатационные характеристики антипирена для удовлетворения требований немецкой классификации по огнестойкости В2. Пенополимеры настоящего изобретения содержат менее чем 0,1 масс.% и могут содержать 0,05 масс.% и менее, 0,01 масс.% и менее и могут даже не содержать С-С и О-О лабильных органических соединений, в расчете на совокупную  
45 массу полимера.

Пенополимер настоящего изобретения может дополнительно содержать графит, диспергированный в полимерной матрице, и все еще удовлетворять требования немецкой классификации по огнестойкости В2. Полимерный пеноматериал настоящего



изобретения может содержать 0,5 масс.% и более, даже четыре масс.% и более, а обычно 10 масс.% и менее, графита в расчете на массу полимерной матрицы и все еще удовлетворять требования немецкой классификации по огнестойкости В2. Графит представляет собой ослабляющую инфракрасное излучение добавку, желательную для полимерного пеноматериала, которая уменьшает теплопроводность через пеноматериал предположительно по механизмам как отражения, так и поглощения. Поэтому удовлетворение требований немецкой классификации по огнестойкости В2 является ценным для графитсодержащего пенополимера, предназначенного для использования в областях применения теплоизоляции.

Пенополимер может дополнительно содержать другие добавки, обычные для полимерного пеноматериала. Желательно избегать добавления технического углерода, поскольку технический углерод имеет тенденцию к уменьшению способности пеноматериала удовлетворять требования категории В2 в немецком испытании на огнестойкость В2, соответствующем документу DIN 4102.

Пенополимер включает множество ячеек, диспергированных в полимерной матрице. В желательном варианте пенополимер характеризуется средним размером ячеек, равным 0,05 миллиметра (мм) и более, предпочтительно 0,1 мм и более, еще более предпочтительно 0,15 мм и более, а в желательном варианте 1,0 мм и менее, предпочтительно 0,7 мм и менее, а наиболее предпочтительно 0,25 мм и менее. Размер ячеек определяют в соответствии с документом ASTM method D6226.

Пенополимер в желательном варианте имеет плотность, меньшую, чем 64 килограмма на один кубический метр ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ), предпочтительно равную  $48 \text{ кг}/\text{м}^3$  и менее, еще более предпочтительно  $40 \text{ кг}/\text{м}^3$  и менее и даже еще более предпочтительно  $38 \text{ кг}/\text{м}^3$  и менее. Пеноматериалы меньшей плотности являются желательными в свете меньшей стоимости и легкости в обращении. Однако для достижения механической целостности пенополимер в желательном варианте имеет плотность, равную  $16 \text{ кг}/\text{м}^3$  и более. Плотность пеноматериала определяют в соответствии с документом ASTM method D1622-08.

Пенополимеры настоящего изобретения могут дополнительно содержать остаточный пенообразователь. Как это ни удивительно, но пенополимеры настоящего изобретения могут даже содержать воспламеняемый пенообразователь и все еще удовлетворять требования немецкой классификации В2 по эксплуатационным характеристикам огнестойкости. Для оптимизации эксплуатационных характеристик в испытании на огнестойкость в желательном варианте воспламеняемые пенообразователи присутствуют с концентрацией, равной 1,5 масс.% и менее, предпочтительно один масс.% и менее, более предпочтительно 0,5 масс.% и менее, еще более предпочтительно 0,1 масс.% и менее, а наиболее предпочтительно в пенополимере отсутствуют. Масс.% получают в расчете на совокупную массу полимера.

Пенополимеры настоящего изобретения получают по способу экструдирования. В общем случае пенополимер получают при использовании способа экструдирования в результате получения вспениваемой полимерной композиции, имеющей температуру размягчения, в экструдере при первоначальной температуре, равной или большей температуры размягчения, и при первоначальном давлении, которое исключает вспенивание полимерной композиции; воздействия на вспениваемую полимерную композицию давлением, которое является меньшим, чем первоначальное давление, и которое делает возможным расширение вспениваемой полимерной композиции до получения пенополимера; а после этого обеспечения расширения вспениваемой полимерной композиции до получения пенополимера. Способ настоящего изобретения

включает любой способ экструдирования для получения пеноматериала и главным образом характеризуется по вспениваемой композиции. Перед обеспечением расширения вспениваемой композиции с образованием пеноматериала желательным может оказаться охлаждение вспениваемой полимерной композиции от ее первоначальной температуры.

5 Воздействие на вспениваемую композицию давлением, меньшим, чем первоначальное давление, зачастую происходит при использовании экструзионной головки, где вспениваемая композиция проходит через одну или более, чем одну выходную часть канала экструзионной головки в зону пониженного давления (обычно атмосферного давления), а после этого расширяется. Выходная часть или выходные части канала  
10 экструзионной головки могут иметь любую мыслимую форму. При получении плит или листов из пеноматериала обычной является одна прямоугольная выходная часть канала экструзионной головки. При получении вспененных структур с коалесцированными пряжами обычным является несколько выходных частей канала экструзионной головки.

15 Вспениваемая композиция содержит полимер и пенообразователь. Полимер и любые дополнительные добавки, диспергированные в полимере, образуют полимерную матрицу получающегося в результате пенополимера - пенополимера настоящего изобретения.

Полимером могут быть один полимер или комбинация из более чем одного полимера. По меньшей мере, 50 масс.% всех полимеров представляют собой алкенильные  
20 ароматические полимеры. Полимер может на 75 масс.% и более, на 90 масс.% и более, на 95 масс.% и более и даже на 100 масс.% представлять собой алкенильные ароматические полимеры. В желательном варианте алкенильные ароматические полимеры выбирают из стирольных полимеров, которые включают стирольный гомополимер и стирольные сополимеры, которые включают стирольные мономерные  
25 звенья. В особенности желательные стирольные сополимеры включают стирол-акрилонитрильные сополимеры (САН). Алкенильные ароматические полимеры могут представлять собой полностью полистирольный гомополимер, смесь полистирольного гомополимера со стирольным сополимером при любом соотношении количеств компонентов в смеси или полностью стирольный сополимер, такой как САН. В  
30 желательном варианте алкенильные ароматические полимеры представляют собой полистирольные гомополимеры.

Вспениваемая композиция дополнительно содержит композицию пенообразователя. Вода во вспениваемой композиции присутствует с концентрацией, равной 6 масс.% и более, и может присутствовать с концентрацией, равной 10 масс.% и более и даже 14  
35 масс.% и более, в расчете на совокупную массу пенообразователя. Вода в общем случае отвечает за 75 масс.% и менее от совокупной массы композиции пенообразователя. Обычно вода во вспениваемой полимерной композиции присутствует с концентрацией, равной 0,3 массовой части и более, более часто 0,5 массовой части и более, а обычно 0,7 массовой части и менее, в расчете на 100 массовых частей полимера. Количество  
40 воды включает воду, добавляемую непосредственно во вспениваемую композицию, и адсорбированную или абсорбированную воду, которая поступает во вспениваемую композицию совместно с другими компонентами.

В композиции пенообразователя в желательном варианте также присутствует и диоксид углерода. Диоксид углерода обычно присутствует с концентрацией, равной  
45 2,5 массовой части и более и 1,0 массовой части и менее в расчете на 100 массовых частей полимера. Пенообразователь может содержать менее, чем 50% (масс.) диоксида углерода в расчете на совокупную массу пенообразователя.

Композиция пенообразователя может дополнительно содержать любой один или

комбинацию из более, чем одного из дополнительных пенообразователей, включающих углеводороды, содержащие от 3 до 5 атомов углерода (например, пропановые изомеры, изобутан, изопентан, н-пентан и н-бутан), фторированные углеводороды, содержащие от 2 до 5 атомов углерода, в том числе фторуглеводороды и фторуглероды, спирты, содержащие от одного до 4 атомов углерода, и кетоны и простые эфиры, содержащие от 2 до 4 атомов углерода.

В желательном варианте композиция пенообразователя состоит из пенообразователей, которые характеризуются потенциалом озонного истощения (ПОИ), равным нулю. Кроме того, в желательном варианте композиция пенообразователя состоит из пенообразователей, которые характеризуются потенциалом глобального потепления (ПГП), который является меньшим, чем 1000. Композиция пенообразователя, которая характеризуется нулевым значением ПОИ и значением ПГП, которое является меньшим, чем 1000, является желательной с точки зрения сведения к минимуму негативного экологического воздействия настоящего способа на окружающую среду.

Совокупное количество пенообразователя во вспениваемой композиции обычно составляет четыре масс.% и более и 12 масс.% и менее в расчете на совокупную массу полимера.

Вспениваемая композиция дополнительно содержит бромированный антипирен, акцептор HBr и графит, описывавшиеся для пенополимера настоящего изобретения, и с концентрациями, также описывавшимися для него. Вспениваемая композиция также может содержать С-С и О-О лабильные органические соединения, но только в степени, описывавшейся для пенополимера настоящего изобретения. Подобным образом вспениваемая композиция может содержать дополнительные добавки, описывавшиеся для пенополимера. Как для пенополимера, так и для способа диапазоны концентраций бромированного антипирена, акцептора HBr, графита, С-С и О-О лабильных органических соединений и дополнительных добавок получают в расчете на совокупную массу полимера.

Следующие далее примеры используются для иллюстрирования вариантов осуществления настоящего изобретения, а не для обязательного ограничения объема настоящего изобретения.

### **ПРИМЕРЫ**

В одночервячный экструдер вводят полистирольную смолу (смесь из 80 масс.% PS64, характеризующегося значением Mw 135000, и 20 масс.% PS680, характеризующегося значением Mw 196000) совместно со стеаратом бария (0,23 части на сто частей или «ч./сто ч.»), эпокси-крезольной новолачной смолой (0,25 ч./сто ч.; ARALDITE™ ECN 1280, ARALDITE представляет собой торговую марку компании Huntsman Advanced materials Americas Inc. Corporation), полиэтиленовой смолой (0,4 ч./сто ч.) и ГБЦД (1,5 ч./сто ч.), где ч./сто ч. представляет собой массовые части на сто массовых частей полистирола. Добавляют от одного до 1,5 масс.% графита в виде полистирольного концентрата (UF1 98C от компании Graphit Kropfmuehl; средний размер частиц составляет 300 нанометров), при этом массовый процент получают в расчете на совокупную массу полистирола. Комбинацию компонентов нагревают таким образом, чтобы расплавить полистирол и перемешать компоненты для получения по существу гомогенной композиции.

В гомогенную композицию нагнетают композицию пенообразователя для получения вспениваемой композиции при давлении, большем, чем 90 бар. Композиция пенообразователя состоит из диоксида углерода (3 ч./сто ч.), изобутана (1,5 ч./сто ч.) и воды (0,5 ч./сто ч.), где ч./сто ч. представляет собой массовые части на сто массовых частей полистирола.

Вспениваемую композицию охлаждают до 125°C и при использовании щелевой экструзионной головки проводят вспенивание в среду атмосферного давления. Получают три различных пеноматериала с тремя различными толщинами.

5 Таблица 1 содержит характеристики трех примеров пеноматериалов, полученных данным образом. Массовый процент (масс.%) получают в расчете на массу полимера.

Таблица 1			
Характеристика	Пример 1	Пример 2	Пример 3
Толщина пеноматериала (мм)	60	80	120
Производительность по вспениванию (кг/час)	1750	1750	1700
10 Графит (масс. %)	1,5	1,5	1,0
Бромид (масс. %)	1,1	1,1	1,2
Остаточный изобутан (масс. %)	1,3-1,4	1,3-1,4	1,3-1,4
Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	35,1	36,3	38,2
Средний размер ячейки (мм)	0,11	0,11	0,14
15 Немецкое испытание на воспламеняемость V2	Успешное прохождение	Успешное прохождение	Успешное прохождение
Испытание на возгораемость EN1 1925-2	Успешное прохождение	Успешное прохождение	Успешное прохождение

Примеры 1-3 представляют собой экструдированные пенополимеры настоящего изобретения, которые иллюстрируют удивительный результат по удовлетворению требований характеристик из немецкого испытания на воспламеняемость V2 при одновременном содержании 1,4 масс.% и менее бромида и при отсутствии С-С и О-О лабильных органических соединений. Кроме того, примеры пеноматериалов получали при использовании композиции пенообразователя, которая состоит из пенообразователей, характеризующихся нулевым значением ПОИ и значением ПГП, меньшим чем 1000. Еще более удивительным является то, что пеноматериалы удовлетворяли требования характеристик немецкого испытания V2 при одновременном содержании остаточных воспламеняемых пенообразователей (изобутана).

#### Формула изобретения

1. Теплоизоляционный экструдированный пенополимер, содержащий:
  - а. полимерную матрицу, где более чем 50 мас.% всех полимеров в полимерной матрице представляют собой алкенильные ароматические полимеры;
  - б. 0,8 мас.% или более и 1,4 мас.% или менее бромида в полимерной матрице в расчете на массу полимерной матрицы;
  - в. 0,05 мас.% или более и 0,5 мас.% или менее акцептора бромисто-водородной кислоты, диспергированного в полимерной матрице, в расчете на массу полимерной матрицы; и
  - д. менее чем 0,1 мас.% С-С и О-О лабильных органических соединений, диспергированных в полимерной матрице, в расчете на массу полимерной матрицы, и
  - е. 0,5 мас.% или более и до 1,5 мас.% графита, диспергированного в полимерную матрицу, в расчете на полную массу полимерной матрицы;
 и характеризуется экструдированный пеноматериал прохождением немецкого испытания на огнестойкость V2.
2. Теплоизоляционный экструдированный пенополимер по п.1, где пенополимер имеет плотность, которая является меньшей чем 38 кг/м<sup>3</sup>, и дополнительно включает ячейки, диспергированные в полимерной матрице, где средний размер ячеек является большим чем 100 мкм.
3. Теплоизоляционный экструдированный пенополимер по п.1, дополнительно содержащий вплоть до 1,5 мас.% воспламеняемого пенообразователя в расчете на массу пенополимера.

4. Теплоизоляционный экструдированный пенополимер по п.1, содержащий 0,2 мас.ч. или более и 0,3 мас.ч. или менее акцептора бромисто-водородной кислоты.

5. Теплоизоляционный экструдированный пенополимер по п.1, где акцептор бромисто-водородной кислоты представляет собой органомоксидный материал.

6. Способ получения экструдированного пенополимера, включающий стадии:

а. получения вспениваемой полимерной композиции, имеющей температуру размягчения, в экструдере при первоначальной температуре, равной или большей температуры размягчения, и при первоначальном давлении, которое исключает вспенивание полимерной композиции;

б. воздействия на вспениваемую полимерную композицию давлением, которое является меньшим, чем первоначальное давление, и которое делает возможным расширение вспениваемой полимерной композиции до получения пенополимера; и

с. обеспечения расширения вспениваемой полимерной композиции до получения пенополимера;

где вспениваемая полимерная композиция содержит:

(i) полимер, по меньшей мере, 50 мас.% которого представляют собой один или несколько алкенильных ароматических полимеров;

(ii) композицию пенообразователя, которая содержит воду с концентрацией 0,3 мас.ч. или более на 100 мас.ч. полимера и которая состоит из пенообразователей,

характеризующихся потенциалом озонного истощения, равным нулю, и потенциалом глобального потепления, который является меньшим чем 1000;

(iii) бромированный антипирен, достаточный для получения 0,8 мас.% или более и 1,4 мас.% или менее бромида в расчете на совокупную массу полимера;

(iv) 0,05 мас.% или более и 0,5 мас.% или менее акцептора бромисто-водородной кислоты в расчете на совокупную массу полимера;

(v) 0,5 мас.% или более и до 1,5 мас.% графита в расчете на совокупную массу полимера; и

(vi) менее чем 0,1 мас.% С-С и О-О лабильных органических соединений в расчете на совокупную массу полимера,

и характеризуется экструдированный пеноматериал прохождением немецкого испытания на огнестойкость В2.

7. Способ по п.6, где пенообразователь включает воспламеняемый пенообразователь.

8. Способ по п.6, где вспениваемая полимерная композиция содержит 0,2 мас.% или более и 0,3 мас.% или менее акцептора бромисто-водородной кислоты в расчете на совокупную массу вспениваемой полимерной композиции.

9. Способ по п.6, где вспениваемая полимерная композиция содержит вплоть до 1,4 мас.% графита в расчете на совокупную массу полимера.

40

45