

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201692172** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки  
**2017.03.31**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.04.21**

(51) Int. Cl. **B32B 27/08** (2006.01)  
**B32B 27/32** (2006.01)  
**B32B 1/08** (2006.01)  
**F16L 9/12** (2006.01)  
**F16L 9/133** (2006.01)  
**F16L 11/04** (2006.01)

---

(54) **МНОГОСЛОЙНАЯ ТРУБА С ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТЬЮ К ИСТИРАНИЮ**

---

(31) **14166414.4**

(32) **2014.04.29**

(33) **EP**

(86) **PST/EP2015/058581**

(87) **WO 2015/165771 2015.11.05**

(71) Заявитель:  
**САБИК ГЛОУБЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ  
Б.В. (NL)**

(72) Изобретатель:  
**Энгелс Каролус Йоханнес Аугустинус,  
Хандштангер Ральф Артур (NL)**

(74) Представитель:  
**Фелицына С.Б. (RU)**

(57) Изобретение относится к многослойной трубе, включающей I) первый слой, включающий по меньшей мере 60 мас.% полиэтилена высокой плотности; II) второй слой, включающий полиэтилен с плотностью выше 900 кг/м<sup>3</sup> и ниже 948 кг/м<sup>3</sup> и скоростью течения расплава 190/2,16 между 0,01 и 400 г/10 мин, причем первый слой является наружным слоем трубы и второй слой представляет собой внутренний слой трубы.

**A1**

**201692172**

**201692172**

**A1**

## МНОГОСЛОЙНАЯ ТРУБА С ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТЬЮ К ИСТИРАНИЮ

Изобретение относится к многослойной трубе, включающей слой из полиэтилена высокой плотности.

Материалы для трубы из полиэтилена высокой плотности могут быть изготовлены с использованием процессов полимеризации при низком давлении. Например, материалы для труб класса исполнения PE 80 и PE 100 обычно производятся в каскадных установках с помощью так называемого бимодального или мультимодального процессов. Процессы изготовления бимодального полиэтилена высокой плотности (HDPE) представлены на страницах 16 - 20 "PE 100 Pipe systems" (под редакцией Bromstrup; второе издание, ISBN 3-8027-2728-2). Приемлемые процессы низкого давления являются каскадом суспензионных реакторов с перемешиванием, каскадом суспензионных циркуляционных реакторов и сочетанием различных процессов, таких как суспензионных циркуляционных газофазных реакторов. Также можно использовать мультимодальный полиэтилен, предпочтительно тримодальный полиэтилен, как описано, например, в WO2007003530, в качестве материала труб из полиэтилена высокой плотности.

Классы исполнения PE 80 и PE 100 обсуждаются на страницах 35-42 "PE 100 Pipe systems" (под редакцией Bromstrup; второе издание, ISBN 3-8027-2728-2), Методы испытаний качества описаны на страницах 51- 62 "PE 100 Pipe systems".

Производство бимодального полиэтилена высокой плотности (HDPE) с помощью суспензионного процесса низкого давления описывается Alt и др. в "Bimodal polyethylene-Interplay of catalyst and process (Бимодальный полиэтилен-Взаимосвязь катализатора и процесса" (Macromol.Symp. 2001, 163, 135-143). В двухстадийном каскадном процессе в реакторы можно непрерывно подавать смесь мономеров, водород, катализатор/сокатализатор и гексан, возвращаемый в процесс. В реакторах полимеризации этилена протекает как экзотермическая реакция при давлении в диапазоне, например, между 0,5 МПа (5 бар) и 1 МПа (10 бар) и при температуре в диапазоне, например, между 75°C и 85°C. Тепло реакции полимеризации удаляют с помощью охлаждающей воды. Характеристики полиэтилена определяются среди прочих каталитической системой и используемыми концентрациями катализатора, со-мономера и водорода.

Концепция двухстадийного каскадного процесса представлена на страницах 137-138 Alt и др. "Bimodal polyethylene-Interplay of catalyst and process (Бимодальный полиэтилен-Взаимосвязь катализатора и процесса" (Macromol.Symp. 2001, 163, 135-143). Реакторы расположены каскадом с различными условиями в каждом реакторе, включая

низкое содержание водорода во втором реакторе. Это позволяет производить полиэтилен высокой плотности с бимодальным молекулярно-массовым распределением и определенным содержанием со-мономера в полиэтиленовых цепях.

Многослойные трубы, состоящие из различных материалов, могут частично улучшить свойства системы труб и часто используются на практике. Очень важно выбрать определённый подходящий тип полимера, который должен быть использован в каждом слое трубы, потому что, к сожалению, на практике выбор может привести, например, к снижению долговечности, к хрупкому разрушению всей системы или отказу из-за медленного роста трещины (SCG) на дефектах трубы после длительного периода времени.

В промышленных и коммунальных областях применения трубы из полиэтилена используются для транспортировки множества различных сред от питьевой воды до загрязнённых сточных вод и химических и физических смесей и газов или суспензий, или других многофазных систем. Пульпопроводы применяются для транспортировки, например, крупного и мелкого песка, угля, глины, фосфатов, известняка и камня и обломков горных пород.

Важной областью технического применения этих пульпопроводов являются горные работы, как описано, например, в WO 2010051419. Горные работы требуют транспортировки высокоабразивных частиц, или шламовых потоков, содержащих, например железную руду, уголь и угольную пыль. Часто металлические трубы, такие как из углеродистой стали или чугунные трубы, используются для транспортировки этих абразивных потоков. Они могут быть дорогими, склонными к коррозии, тяжёлыми и обеспечивают только временное решение, так как они в конечном счете разрушаются. Было предложено использование пластиковых труб, трубных прокладок и труб с покрытием, чтобы устранить эти недостатки. Выбор материала имеет решающее значение, так как многие материалы не могут выдерживать такие высоко-абразивные горнотехнических потоков и быстро изнашиваются. Например, могут быть использованы трубы из полиэтилена высокой плотности в качестве облицовочных материалов для санитарно-канализационных и канализационных трубопроводов, но они могут разрушаться при высокоабразивных условиях, приводящих к более короткому сроку службы. Проблемы коррозии, эрозии и истирания должны быть приняты во внимание при проектировании шламопроводов. WO 2010051419 раскрывает концепции многослойной полиолефиновой трубы со стягивающими слоями, причём наружный слой предпочтительно включает каучуки, эластомеры или терполимеры иономеров. WO 2010051419 раскрывает, кроме того, концепции, относящиеся к армированным волокном полиолефиновым трубам и металлической трубе, облицованной полиолефином. WO

2010051419 обобщает известный уровень техники, раскрывающий возможные решения постоянной необходимости повышения стойкости к истиранию труб на основе полиолефинов. Более подробная информация о стойкости к истиранию раскрывается на странице 29 "PE 100 Pipe systems" (под редакцией Bromstrup; второе издание, ISBN 3-8027-2728-2).

Budinski и др раскрывают в "Resistance to particle abrasion of selected plastics (Стойкость к истиранию частицами некоторых пластиков" (Wear 203-204; 1997; 302-309), что полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы и полиуретан являются лучшими полимерами для получения свойства стойкости к истиранию. Эти полимеры не могут быть применены для производства труб из HDPE, так как UHMWPE не может быть экструдирован в виде соэкструдированного слоя и существуют проблемы процесса конверсии при добавлении к полиэтиленовым слоям (гели, плохое смешивание и/или увеличение вязкости).

Задачей настоящего изобретения является создание пульпопровода на основе HDPE, который имеет повышенную стойкость к истиранию в сочетании с другими требованиями, такими как высокое внутреннее давление времени до разрушения, высокая стойкость к медленному росту трещин и подходящая стойкость к быстрому распространению трещин.

Многослойная труба в соответствии с изобретением включает по меньшей мере

I. первый слой, включающий по меньшей мере 60% масс. полиэтилена высокой плотности и

II. второй слой, включающий полиэтилен с плотностью  $\geq 900$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup> и со скоростью текучести расплава 190/2,16 в диапазоне  $\geq 0,01$  и  $\leq 400$  г/10 мин,

причём первый слой является наружным слоем трубы и второй слой является внутренним слоем трубы.

Плотность измеряют в соответствии с ISO 1183 A.

Скорость текучести расплава (MFR) 190/2,16 измеряется в соответствии с ISO 1133 -1 (190°C, 2,16 кг).

Труба в соответствии с настоящим изобретением может представлять собой напорную трубу или безнапорную трубу.

Предпочтительной трубой является напорной трубой.

Многослойная труба в соответствии с настоящим изобретением приводит к улучшению стойкости к истиранию при сохранении других требуемых характеристик трубы.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения во

втором слое скорость течения расплава 190/2,16 полимера находится в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 20$  г/10 мин.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения второй слой включает полиэтилен с плотностью  $\geq 900$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup> и скоростью текучести расплава 190/2,16 в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 20$  г/10 мин.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения плотность полимера второго слоя находится в диапазоне  $\geq 915$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup>.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения плотность полимера второго слоя находится в диапазоне  $\geq 920$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup>.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения плотность полимера второго слоя  $\leq 935$  кг/м<sup>3</sup>.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения плотность полимера второго слоя находится в диапазоне между  $\geq 918$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 935$  кг/м<sup>3</sup>.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения плотность полимера второго слоя составляет  $\geq 922$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 935$  кг/м<sup>3</sup>.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения второй слой включает полиэтилен с плотностью полимера  $\geq 920$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup> и со скоростью текучести расплава 190/2,16 в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 20$  г/10 мин.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения скорость течения расплава полимера 190/2,16 во втором слое находится в диапазоне между  $\geq 0,1$  и  $\leq 3,0$  г/10 мин.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения скорость течения расплава полимера 190/2,16 во втором слое находится в диапазоне между  $\geq 0,1$  и  $\leq 1,7$  г/10 мин.

При необходимости внутренний слой может включать краситель или пигмент.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения полиэтилен высокой плотности первого слоя является HDPE обычной марки, имеющим плотность полимера  $\geq 940$  и  $\leq 955$  кг/м<sup>3</sup> и скорость течения расплава 190/5 в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 4$  г/10 мин или полиэтилен высокой плотности первого слоя представляет собой компаунд, включающий HDPE и пигмент, имеющий плотность в диапазоне  $\geq 947$  и  $\leq 965$  кг/м<sup>3</sup> и скорость течения расплава 190/5 в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 4$  г/10 мин.

Скорость течения расплава (MFR) 190/5 измеряется в соответствии с ISO 1133 -1 (190°C; 5 кг).

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего

изобретения полиэтилен высокой плотности первого слоя является HDPE обычной марки, имеющим плотность полимера  $\geq 940$  и  $\leq 955$  кг/м<sup>3</sup> и скорость течения расплава 190/5 в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 1$  г/10 мин или полиэтилен высокой плотности первого слоя представляет собой компаунд, включающий HDPE и пигмент, имеющий плотность в диапазоне  $\geq 947$  и  $\leq 965$  кг/м<sup>3</sup> и скорость течения расплава 190/5 в диапазоне  $\geq 0,1$  и  $\leq 1$  г/10 мин.

HDPE в первом слое может быть HDPE обычной марки и HDPE в первом слое также может представлять собой компаунд, включающий HDPE обычной марки и газовую сажу или другой краситель или пигмент, при необходимости для конкретных промышленных применений. Пигмент может быть, например, черного, синего или оранжевого цвета.

PE100 может быть, например, компаундом, включающим черный краситель. Синие и оранжевые пигменты используются только для питьевой воды и газа. HDPE без-PE100 может быть обычным и может иметь любой цвет.

Массовое содержание полиэтилена высокой плотности в первом слое составляет по меньшей мере 60% масс., более предпочтительно  $\geq 65\%$  масс. относительно общего содержания полимера в первом слое.

Более предпочтительно массовое содержание полиэтилена высокой плотности в первом слое составляет 80 - 100% масс. относительно общего количества полимера в этом слое.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения массовое содержание полиэтилена высокой плотности в первом слое составляет 100% масс. относительно общего количества полимера в этом слое.

Примеры подходящего HDPE в первом слое, включают, например, одномодальный или бимодальный PE 80, бимодальный PE 100 или мультимодальную смолу HDPE. PE 80 представляет собой PE материал с MRS (минимальная требуемая прочность после 50 лет для воды при температуре 20 градусов по Цельсию) 8 МПа и PE 100 представляет собой PE материал с MRS 10 МПа. Классификация труб представлена на странице 35 "PE 100 Pipe systems" (под редакцией Bromstrup; второе издание, ISBN 3-8027-2728-2). Предпочтительный HDPE обычной марки в первом слое имеет следующие характеристики:

- плотность полимера между  $\geq 940$  и  $\leq 955$  кг/м<sup>3</sup> и
- MFR 190/5 между  $\geq 0,1$  и  $\leq 4$  г/10 мин.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения HDPE обычной марки в первом слое имеет следующие характеристики:

- плотность полимера между  $\geq 940$  и  $\leq 955$  кг/м<sup>3</sup> и
- MFR 190/5 между  $\geq 0,1$  и  $\leq 1$  г/10 мин.

Предпочтительный пигмент представляет собой газовую сажу. HDPE компаунд, с содержанием газовой сажи 2 - 2,5%, обычно используемой для чёрного HDPE компаунда для напорных труб, добавляет около 10 кг/м<sup>3</sup> в плотность обычного полимера. В этом случае HDPE может находиться в диапазоне 950 - 965 кг/м<sup>3</sup>.

В соответствии с предпочтительным осуществлением изобретения, HDPE или HDPE с пигментами имеет следующие характеристики:

- Модуль упругости при растяжении между  $\geq 500$  и  $\leq 1400$  МПа (в соответствии с ISO 527-2)
- Предел текучести между  $\geq 15$  и  $\leq 32$  МПа (в соответствии с ISO 527-2)
- Испытание на ползучесть с полным надрезом (FNCT): 100 - 20000 ч (в соответствии с ISO 16770 @ 80°C/4 МПа)
- Испытания по Шарпи между  $\geq 10$  и  $\leq 35^\circ\text{C}$  @ 23°C (в соответствии с ISO 1eA).

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением изобретения HDPE или HDPE с пигментами, имеет следующие характеристики:

- Модуль упругости при растяжении между  $\geq 700$  и  $\leq 1200$  МПа (в соответствии с ISO 527-2)
- Предел текучести между  $\geq 18$  и  $\leq 28$  МПа (в соответствии с ISO 527-2)
- Испытание на ползучесть с полным надрезом (FNCT): 100 - 20000 ч (в соответствии с ISO 16770 @ 80°C/4 МПа)
- Испытания по Шарпи между  $\geq 14$  и  $\leq 30^\circ\text{C}$  @ 23°C (в соответствии с ISO 1eA).

HDPE может включать сомономер, например, бутена или гексена.

Второй слой имеет плотность полимера  $\geq 900$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup>. Второй слой может включать в качестве полимера, линейный полиэтилен низкой плотности, полиэтилен низкой плотности, полиэтилен высокой плотности или полиэтилен средней плотности. Конечная плотность материала в диапазоне 900 - 948 кг/м<sup>3</sup> также может быть достигнута смешиванием марок полиэтилена, например, LLDPE, LDPE с MDPE или HDPE, или пластомерами.

Предпочтительно полимер во втором слое выбран из линейного полиэтилена низкой плотности и полиэтилена низкой плотности.

Наиболее предпочтительно применяется линейный полиэтилен низкой плотности.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения второй слой включает линейный полиэтилен низкой плотности, имеющий плотность полимера между  $\geq 915$  и  $\leq 935$  кг/м<sup>3</sup> и MFR 190/2,16 между  $\geq 0,1$  и  $\leq 3,0$  г/10 мин.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения второй слой включает линейный полиэтилен низкой плотности, имеющий плотность полимера между  $\geq 920$  и  $\leq 935$  кг/м<sup>3</sup> и MFR 190/2,16 между  $\geq 0,3$  и  $\leq 3,0$  г/10 мин.

В соответствии с другим предпочтительным осуществлением настоящего изобретения второй слой состоит из линейного полиэтилена низкой плотности в качестве полимера.

Толщина внешнего слоя зависит от предполагаемого рабочего давления. Толщина внутреннего слоя зависит от природы суспензии, рабочих условий (например, скорость потока и температура) и требуемого срока службы.

Предпочтительно общий слой включает 70 - 95% наружного слоя и 5 - 30% внутреннего слоя.

Общая толщина двух слоёв трубы может находиться в диапазоне между  $\geq 3$  мм и  $\leq 150$  мм.

Предпочтительно толщина первого слоя находится между  $\geq 2,1$  мм и  $\leq 142,5$  мм.

Предпочтительно толщина второго слоя находится между  $\geq 0,15$  мм и  $\leq 45$  мм.

В соответствии с предпочтительным осуществлением настоящего изобретения два слоя трубы согласно изобретению имеет общую толщину двух слоёв трубы в диапазоне между  $\geq 3$  мм и  $\leq 150$  мм, причём первый слой имеет толщину слоя между  $\geq 2,1$  мм и  $\leq 142,5$  мм и второй слой имеет толщину слоя между  $\geq 0,15$  мм и  $\leq 45$  мм.

Выбор толщины зависит среди прочего от категории давления и диаметра трубы.

Многослойная концепция согласно настоящему изобретению не требует присутствия связующего слоя, волокон или стойких к истиранию наполнителей.

Основным преимуществом второго слоя является улучшение стойкости к истиранию. Полиэтилен, например, LLDPE а во втором слое, в качестве внутреннего слоя защищает наружный слой из HDPE (необходимый для стойкости к давлению) от истирания, например, суспензиями.

Второй слой представляет собой дополнительный слой трубы, например, напорной трубы, и не вносит значительного вклада в конструктивную устойчивость трубы. Наружный слой обеспечивает механическую целостность трубы. LLDPE или LDPE во втором слое может быть использован в качестве соэкструдированного внутреннего слоя и для труб с высокой стойкостью к истиранию.

При необходимости для конкретного применения полимерная композиция каждого слоя также может содержать соответствующие количества других добавок, таких как, например, наполнители, антиоксиданты, пигменты, стабилизаторы, антистатика и полимеры.



Многослойная труба в соответствии с изобретением может включать более 2 слоёв, например, 3 и 5 слоёв. При необходимости для конкретного применения можно разделить каждый слой на несколько слоев, чтобы получить определённые свойства каждого слоя. Кроме того, можно включать слои, содержащие другие полимеры, например, полипропилен для защиты внешнего слоя.

Процессы изготовления полиэтилена HDPE и LLDPE приведены в Handbook of Polyethylene (Справочник Полиэтилен) by Andrew Peacock (2000; Dekker, ISBN 0824795466) на страницах 43-66.

Технологии, пригодные для изготовления LLDPE, включают полимеризацию в газовой фазе в псевдооживленном слое, полимеризацию в растворе, полимеризацию в расплаве полимера при очень высоком давлении этилена и суспензионную полимеризацию. Линейный полиэтилен низкой плотности в качестве компонента композиции является сополимером полиэтилена низкой плотности, включающий этилен и C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub> альфа-олефин в качестве сомономера. Альфа-олефины, пригодные в качестве сомономеров, включают бутен, гексен, 4-метил-пентен и октен. Предпочтительным сомономером является гексен.

Производство труб описано, например, на страницах 43-44 "PE 100 Pipe systems" (под редакцией Bromstrup; второе издание, ISBN 3-8027-2728-2). Экструдированные трубы в соответствии с изобретением получают из HDPE в расплавленном состоянии и многослойная структура может быть получена в одну стадию с помощью соэкструзии.

Шламопроводы согласно изобретению пригодны для транспортировки смеси, например, жидкостей и твёрдых веществ. Твёрдые частицы могут быть, например, крупным и мелким песком, углём, глиной, фосфатом, железом, известняком или обломками камней и пород. Также можно транспортировать органические вещества, например, морепродукты и рыбу или корма для животных. В общем шламовые трубы могут транспортировать загрязнённые сточные воды и химические и физические смеси и газы или суспензии или другие многофазные системы.

WO02/078952 относится к многослойным трубам из полиолефинов для внутреннего и наружного водопроводов и дренажных систем в гражданском строительстве и в качестве компонентов защиты кабельных распределительных систем, в химической и пищевой промышленности, а также системах трубопроводов транспортировки жидкости и газа во многих отраслях промышленности. WO02/078952 не относится к шламовым трубам для транспортировки крупного и мелкого песка, угля, глины, фосфатов и известняка и горных работ, которые требуют транспортировки абразивных частиц или шламовых потоков, содержащих, например, железную руду, уголь

и угольную пыль. Другим признаком WO02/078952 является утилизация полиолефиновых остатков и отходов, используемых для производства труб. WO02/078952 раскрывает многослойную трубу из полиолефина по меньшей мере, с двумя слоями, в которой внутренний слой (i) трубы из полиолефина, выбранного из группы, состоящей из полиэтилена низкой плотности (а) с плотностью  $0,910 - 0,930 \text{ г/см}^3$ , линейного полиэтилена низкой плотности (б)  $0,915 - 0,940 \text{ г/см}^3$ , полиэтилена высокой плотности (в) с плотностью  $0,940 - 0,975 \text{ г/см}^3$  и изотактического полипропилена (г) и второй слой (ii), направленный наружу от осевой линии трубы, представляет собой смесь полиолефинов, содержащих 50% масс. полиолефиновых элементов, которые создают внутренний слой трубы, и не более 50% полиэтилена низкой плотности (а) с плотностью  $0,910 - 0,930 \text{ г/см}^3$  и/или линейного полиэтилена низкой плотности (б)  $0,915 - 0,940 \text{ г/см}^3$  и/или полиэтилена высокой плотности (в) с плотностью  $0,940 - 0,975 \text{ г/см}^3$  и/или изотактического полипропилена (г).

EP1524108B раскрывает многослойную трубу, изготовленную из термически деформируемого пластика, включающую по меньшей мере два слоя, причём первый слой образует наружный слой, и другой слой образует внутренний слой, слои изготовлены из HDPE в качестве основного материала и наружный слой имеет стойкость к царапинам, которая на 20% выше, чем у стандартного материала напорной трубы, и внутренний слой имеет сопротивление растрескиванию при напряжении, которое выше, чем у стандартного материала напорной трубы. Наружный слой является сшитым и модифицированным слоистым силиката в качестве минерального наполнителя. Внутренний слой трубы основан на PE 100 или более высокой марки. Плотность PE 100 выше  $948 \text{ кг/м}^3$ . EP1524108B относится к трубе, имеющей внутренний слой с высоким сопротивлением растрескиванию при напряжении, и внешний слой с высокой стойкостью к царапинам. EP1524108B не раскрывает стойкость к истиранию. EP1524108B не относится к шламовым трубам.

Далее изобретение будет дополнительно объяснено с помощью следующего не ограничивающего примера.

#### Пример I

Двухслойную трубу, имеющую толщину 22,7 мм, готовят следующим образом:

- первый слой имеет толщину 18,16 мм и включает 100% масс. полиэтилена высокой плотности (компаунд с газовой сажой) и
- второй слой имеет толщину 4,54 мм и включает 100% масс. линейного полиэтилена низкой плотности.

Применяемые марки полиэтилена:

- полиэтилен высокой плотности (HDPE): SABIC grade Vestolen 6060R, имеющий плотность  $959 \text{ кг/м}^3$  (саженаяполненный компаунд) и MFR  $5 \text{ кг/190}^\circ\text{C}$   $0,3 \text{ г/10 мин}$

- линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE): SABIC grade LLDPE 6821NE, имеющий плотность  $921 \text{ кг/м}^3$  и MFR  $2,16 \text{ кг/190}^\circ\text{C}$   $0,8 \text{ г/10 мин}$ .

Суспензия, включающая 80% об. воды и 20% об. песка со средним размером зерна 700 микрон, используют со скоростью 8 м/с при температуре 20 градусов по Цельсию в течение 6 часов, чтобы измерить средние потери объема LLDPE.

Средние потери объема слоя LLDPE составляют  $13 \text{ мм}^3$ .

#### Пример II

Пример I повторяют за исключением того, что используют SABIC grade LLDPE 118NE, имеющий плотность  $918 \text{ кг/м}^3$  и MFR  $2,16 \text{ кг/190}^\circ\text{C}$   $1 \text{ г/10 мин}$  вместо SABIC grade LLDPE 6821NE.

Средние потери объема слоя LLDPE составляют  $15 \text{ мм}^3$ .

#### Сравнительный пример А

Пример I повторяют за исключением того, что не используют слой LLDPE .

Средние потери объема слоя HDPE составляют  $35 \text{ мм}^3$ .

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Многослойная труба, содержащая первый слой, включающая в себя по меньшей мере 60% по массе полиэтилена высокой плотности, и второй слой, включающая в себя полиэтилен с плотностью  $\geq 900$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup> и со скоростью текучести расплава 190/2,16 в диапазоне от  $\geq 0,01$  до  $\leq 400$  г/10 мин, при этом первый слой является наружным слоем трубы, а второй слой является внутренним слоем трубы.

2. Многослойная труба по п. 1, в которой полиэтилен высокой плотности первого слоя является HDPE обычной марки, имеющим плотность  $\geq 940$  и  $\leq 955$  кг/м<sup>3</sup> и скорость течения расплава 190/5 в диапазоне от  $\geq 0,1$  до  $\leq 4$  г/10 мин или полиэтилен высокой плотности первого слоя является компаундом, включающим в себя HDPE и пигмент, имеющий плотность в диапазоне от  $\geq 947$  до  $\leq 965$  кг/м<sup>3</sup>, и скорость течения расплава 190/5 в диапазоне от  $\geq 0,1$  до  $\leq 4$  г/10 мин.

3. Многослойная труба по пп. 1 или 2, в которой второй слой содержит полиэтилен с плотностью  $\geq 915$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 948$  кг/м<sup>3</sup>.

4. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 3, в которой второй слой содержит полиэтилен с плотностью  $\geq 918$  кг/м<sup>3</sup> и  $\leq 935$  кг/м<sup>3</sup>.

5. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 3, в которой второй слой имеет скорость течения расплава 190/2,16, находящуюся в диапазоне от  $\geq 0,1$  до  $\leq 20$  г/10 мин.

6. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 4, в которой второй слой имеет скорость течения расплава 190/2,16 находящуюся в диапазоне от  $\geq 0,1$  до  $\leq 3$  г/10 мин.

7. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 5, в которой второй слой содержит линейный полиэтилен низкой плотности или полиэтилен низкой плотности.

8. Многослойная труба по п. 7, в которой второй слой имеет линейный полиэтилен низкой плотности.

9. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 8, в которой второй слой состоит из линейного полиэтилена низкой плотности.

10. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 9, в которой пигмент представляет собой газовую сажу.

11. Многослойная труба по любому из пп. 1 - 10, в которой HDPE или компаунд, содержащий HDPE и пигмент, имеют модуль упругости при растяжении между  $\geq 500$  и  $\leq 1400$  МПа (в соответствии с ISO 527-2), предел текучести между  $\geq 15$  и  $\leq 32$  МПа (в соответствии с ISO 527-2), показатель испытания на ползучесть с полным надрезом (FNCT): 100 - 20000 ч (в соответствии с ISO 16770 @ 80°C/4 МПа) и показатель испытания по Шарпи между  $\geq 10$  и  $\leq 35$ °C @ 23°C (в соответствии с ISO 1eA).

12. Двухслойная труба по любому из пп. 1 - 11, в которой суммарная толщина двухслойной трубы находится в диапазоне между  $\geq 3$  мм и  $\leq 150$  мм, в которой первый слой имеет толщину слоя между  $\geq 2,1$  мм и  $\leq 142,5$  мм и в котором второй слой имеет толщину слоя между  $\geq 0,15$  мм и  $\leq 45$  мм.

13. Труба по любому из пп. 1 - 12, выполненная в виде шламовой трубы.