

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202290510** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки  
**2022.08.08**

(51) Int. Cl. *C08L 23/04* (2006.01)  
*C08L 23/06* (2006.01)  
*C08J 5/00* (2006.01)  
*C08J 3/02* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2019.08.06**

---

(54) **КОМПОЗИЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА**

---

(86) **PCT/RU2019/000556**

(72) Изобретатель:

(87) **WO 2021/025578 2021.02.11**

**Волков Алексей Михайлович,**

(71) Заявитель:

**Рыжикова Ирина Геннадьевна,**

**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО "СИБУР  
ХОЛДИНГ" (RU)**

**Литвиненко Оксана Анатольевна  
(RU)**

(74) Представитель:

**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Изобретение относится к полиэтиленовой композиции, особенно хорошо пригодной для изготовления изделий методом вспенивания. Полиэтиленовая композиция согласно изобретению содержит по отношению к общей массе композиции: от 20 до 84 мас.% полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), от 10 до 70 мас.% полиэтилена высокой плотности (ПЭВП); от 5 до 25 мас.% линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП); от 0,5 до 10 мас.% полипропилена, и других добавок: от 0 до 2 мас.%. Композицию получают путем смешения и переработки в однородный расплав компонентов с использованием смесительного оборудования и экструдера. Полученная полиэтиленовая композиция обладает усовершенствованным набором свойств, обеспечивающим возможности получения изделий методом вспенивания. Таким образом композиция обладает прочностью при расплаве при 190°C до 84 сN, относительным удлинением при разрыве до 960%. Дополнительный технический результат заключается в улучшении качества поверхности - блеска и гладкости материала, полученного из данной полиэтиленовой композиции, и возможности получения указанной композиции одностадийным способом. Композиция по изобретению характеризуется также: ПТР<sub>190°/2,16</sub> - от 0,06 до 0,54 г/10 мин, пределом текучести при растяжении - до 21,7 МПа, прочностью при разрыве - до 28 МПа, твердостью по Шору по шкале D - от 49 до 63 усл. ед. при 1 с выдержке, теплостойкостью по Вика (10Н) - до 119°C, скоростью вытяжки, при которой происходит обрыв полиэтиленовой нити в реометре - от 45 до 475 мм/с.

---

**A1**

**202290510**

**202290510**

**A1**

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-301962EA/061

### КОМПОЗИЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА

#### Область техники к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к композиционным материалам на основе смесей полиэтиленов различной структурной организации, с улучшенной совместимостью компонентов: полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), линейного полиэтилена и полиэтилена высокой плотности (ПЭВП). Указанная композиция может быть использована в строительной, транспортной, кабельной, трубной отрасли промышленности, в производстве упаковочных материалов и изделий, полученных методом вспенивания, с высокими тепло-, звуко- и гидроизолирующими свойствами, а также в виде пленочного материала, получаемого раздувным или каким-либо другим известным способом.

#### Уровень техники

Полиэтилен является на сегодняшний день одним из самых известных полимерных материалов, однако имеет довольно ограниченный спектр сфер применения, ввиду необходимости улучшения отдельных его свойств. Известны материалы на основе полиэтилена получаемые различными способами. По радикальному механизму при высоком давлении и температуре получают ПЭНП (полиэтилен низкой плотности, по-английски LDPE), называемый также ПЭВД (полиэтилен высокого давления). Каталитическим способом при низком давлении и температуре получают гомо- и сополимер - ПЭВП (полиэтилен высокой плотности, по-английски HDPE), называемый также ПЭНД (полиэтилен низкого давления)). Также получают каталитическим способом сополимеры этилена с высшими  $\alpha$ -олефинами - линейный ПЭ низкой (ЛПЭНП, LLDPE) и средней (MDPE) плотности. Каждая разновидность ПЭ отличается своими структурными особенностями, определяющими комплекс свойств этих материалов и формирующих их специфические качества.

Исторически, первый тип полиэтилена - ПЭНП (ПЭВД, LDPE) нашел свое применение в промышленности, сельском хозяйстве и торговле в качестве пленочного, упаковочного, укрывного материала, получаемого методом раздува. К тому же, ПЭНП применялся в качестве изолирующего и оболочечного материала в кабельной промышленности. Обозначенным сферам применения способствовали следующие свойства ПЭНП: высокая прочность расплава (измеряемая как показатель текучести расплава, или ПТР), достигающая уровня 30 сN (сантиньютонов) при 190 °C, хорошая перерабатываемость различными видами компаундирующего оборудования (смесители, экструдеры и т.д.), высокие диэлектрические показатели, стойкость к агрессивным химическим средам, и немаловажное свойство - экологичность. Однако, значительная разветвленность макромолекул ПЭНП, проистекающая из особенностей его производства, определяет такие его недостатки, как пониженную кристалличность и связанные с этим относительно невысокие прочностные показатели. Низкие значения теплостойкости и

твердости поверхности также ограничивают возможные области применения и снижают объемы использования ПЭНП и его композиций.

Появившиеся позднее аналоги ПЭНП: гомо- или сополимеры этилена линейной структуры, получаемые на катализаторах Циглера-Натта при низком давлении, ПЭВП, линейный полиэтилен (ПЭ), обладают более высокой кристалличностью полимерной матрицы, что дает им весомые преимущества в прочностных показателях, теплостойкости и поверхностной твердости. Однако, низкая прочность расплава линейных разновидностей ПЭ не позволяет полностью заместить ими ПЭНП на рынке полимерных изделий.

В настоящее время, интерес представляют вспененные материалы и если использовать ПЭНП в данном методе получения пластичных материалов, требуется, прежде всего, достижение высоких значений прочности расплава полимера для сохранения вспененной структуры материала, выходящего из формующей головки экструдера. Вспененный ПЭНП обладает целым рядом преимуществ перед известными и широко распространенными вспененными полимерными материалами, такими как пенополиуретан, вспененный полистирол, вспененный поливинилхлорид и др. Тем не менее, как было сказано ранее по такому важному показателю, как теплостойкость, ПЭНП значительно уступает своим аналогам и не может длительно эксплуатироваться при температурах выше 80 °С. Данное отрицательное свойство существенно сужает области и объемы возможного использования как вспененного ПЭНП, так и других материалов на его основе.

Одним из подходов для решения вышеназванной проблемы являются обработка ПЭНП путем сшивания. Однако, как физический метод сшивания с использованием радиации, так и химические способы сшивания, а именно пероксидное или силанольное сшивание ПЭНП, отличаются сложностью и высокой стоимостью технологии, а также необходимостью проведения дополнительных действий по нейтрализации агрессивных компонентов такого сшивания. В частности, необходимо использование громоздких и дорогостоящих защитных экранов при радиационной обработке ПЭНП и проведение дополнительной стадии очистки ПЭНП от продуктов распада пероксидов и остаточных силановых мономеров при химическом сшивании ПЭНП. Кроме того, в одном из наиболее массовых сегментов применения ПЭ - производстве высокочастотных коммуникационных и информационных кабелей, где от изолирующего вспененного материала требуется высокий уровень диэлектрических показателей, дополнительная химическая обработка ПЭ полярными реагентами, такими как пероксиды и силаны, является нежелательной, так как отрицательно влияет на диэлектрические свойства продукта. Так, в международной заявке WO2017207605, описывающей способные к вспениванию композиции ПЭВП для коммуникационных кабелей с повышенной прочностью расплава за счет использования пероксидной обработки ПЭВП, для улучшения диэлектрических показателей предлагают дополнительную стадию дегазирования от продуктов распада пероксида, как при компаундировании, так и после пеллетизирования -(гранулирования) конечной композиции.

Для исключения необходимости использования защитных мер после сшивания ПЭНП существуют известные из уровня техники приемы, способные решить задачу улучшения баланса прочности расплава, физико-механических характеристик и теплостойкости полиэтиленовых композиций. Основой одного из таких подходов является использование сочетания ПЭНП и ПЭВП в композиции. Свойства такой композиции предполагают выгодную комбинацию свойств отдельных компонентов, входящих в ее состав. Так, в документах RU2571663 и WO2017220608 рассматриваются композиции на основе ПЭНП для кабелей с хорошими прочностными показателями, в частности сопротивлением материала к растрескиванию под действием высоких температур и напряжений.

В международной заявке WO2005068548 заявлена смесь полиэтиленов с содержанием бимодального ПЭВП от 40 до 70 мас.% и плотностью от 0,950 до 0,968 г/см<sup>3</sup>, от 30 до 60 мас.% ПЭНП, с плотностью от 0,915 до 0,930 г/см<sup>3</sup>. Предел текучести расплава (ПТР<sub>190/2,16кг</sub>) согласно изобретению составляет от 3 до 15 г/10 мин. Предлагаемая смесь ПЭ предназначена для ламинирования и покрытия тонким полимерным барьерным слоем твердых поверхностей.

Недостатками всех указанных выше композиций на основе двойных смесей ПЭВП и ПЭНП являются неоптимальный уровень соотношения свойств: теплостойкости, деформационно-прочностных, оптических и ряда других. Кроме этого, в двойных смесях из высоко-разветвленного ПЭНП и высоко-кристаллического ПЭВП возникают существенные проблемы из-за термодинамической несовместимости этих полимерных матриц, что в особенности сказывается на свойствах смеси в процессе охлаждения расплава, в результате которого образуется неоднородный состав, вызывающий искажение конфигурации и, соответственно, ухудшение качества поверхности получающихся изделий.

Улучшить баланс свойств композиций ПЭ по многим показателям позволяет использование трех типов ПЭ с различной структурной организацией макроцепей: ПЭНП, ПЭВП и ЛПЭНП в составе композиции.

Наиболее близкой по составу к заявляемой в настоящем изобретении композиции, является смесь ПЭ, описанная в заявке WO0248258. Композиция согласно заявляемому изобретению предназначена для изготовления экструзионного покрытия и пленок. Композиция включает:

- от 25 до 40 мас.% линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП), представляющего собой сополимер этилена и C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub> α-олефина, имеющего показатель текучести расплава при 190 °C от 0,05 до 1 г/мин, плотность в диапазоне от 0,90 до 0,93 г/см<sup>3</sup> и индекс полидисперсности от 1 до 4;

- от 25 до 40 мас.% полиэтилена высокой плотности (ПЭВП), представляющего собой гомополимер этилена или сополимер этилена и α-олефина с числом углеродных атомов от 3 до 10, имеющего плотность от 0,94 до 0,97 г/см<sup>3</sup>, показатель текучести расплава при 190 °C от 0,6 до 2 г/мин; и

- от 25 до 40 мас.% полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), представляющего собой гомополимер этилена с широким молекулярно-массовым распределением (индекс полидисперсности от 9 до 12), имеющего показатель текучести расплава при 190 °С от 0,3 до 4 г/мин и плотность от 0,90 до 0,93 г/см<sup>3</sup>.

Указанную композицию согласно примерам осуществления изобретения получают сухим смешением всех компонентов с дальнейшей переработкой в расплаве. Данная композиция характеризуется следующими показателями: прочность на растяжение при разрыве 27600-34000 кПа, удлинение на 839-927%, сопротивление проколу 378-510 Н/см<sup>2</sup>. Такие характеристики позволяют использовать композицию для изготовления пленок, в том числе методом раздува. Однако низкий показатель прочности расплава на уровне 10 сН не позволяет расширить ее применение до получения изделий методом вспенивания.

Исходя из этого, по-прежнему актуальной является задача создания полиэтиленовых композиций с уникальным сочетанием свойств, позволяющих значительно расширить области их использования, в том числе использовать такие композиции для вспенивания с целью получения упаковочной продукции с хорошими оптическими и прочностными характеристиками.

### **Сущность Изобретения**

**Задачей настоящего изобретения** является получение композиции на основе смеси полиэтиленов с **повышенной прочностью расплава**, что обеспечивает возможность создания изделий методом вспенивания, а также сохранение теплостойкости, оптических, деформационно-прочностных характеристик, твердости и эластичности.

**Технический результат** настоящего изобретения заключается в получении композиции на основе смесей полиэтиленов, за счет увеличения прочности расплава раскрывающих возможности получения изделий методом вспенивания.

В частности, в экспериментах, приведенных заявителем в настоящем описании, подтверждено повышение показателей прочности расплава при 190°С от 30 до 84 сН. Относительное удлинение при разрыве образцов полимера, полученного из исследованных композиций по изобретению, достигает уровня 960%.

Дополнительный технический результат заключается в улучшении качества поверхности - блеска и гладкости материала, полученного на основе данной полиэтиленовой композиции, и возможности получения указанной композиции с нужным набором физических свойств экономичным одностадийным способом, без необходимости осуществления стадии сшивания и других стадий пост-обработки.

Композиция по изобретению характеризуется также:

- ПТР<sub>190°/2,16</sub> - от 0,06 до 0,54 г/10 мин.
- пределом текучести при растяжении - до 21,7 МПа,
- прочностью. при разрыве - до 28 МПа,
- твердостью по Шору по шкале D - от 49 до 63 усл. ед. при 1с выдержке,
- теплостойкостью по Вика (10Н) - до 119 °С,

- скорость вытяжки, при которой происходит обрыв полиэтиленовой нити в реометре - от 45 до 475 мм/с.

**Данная техническая задача решается и достижение желаемого технического результата обеспечивается** за счет использования в составе композиций трех типов полиэтилена с определенными характеристиками текучести, связанными с различной структурной организацией макроцепей: полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП) и полиэтилена высокой плотности (ПЭВП), а также за счет использования в составе композиции полимерных добавок, в частности, изотактического гомо- и сополимеров пропилена.

Использование в качестве добавок гомо- и в меньшей степени сополимеров пропилена в ограниченных количествах в вышеописанной смеси из трех полиэтиленов, как было *неожиданно обнаружено авторами изобретения*, оказывают заметное регулирующее влияние на процесс кристаллизации полиэтиленовых макромолекул при охлаждении расплава таких композиций. Не связывая себя теорией, Заявитель полагает, что добавление полипропилена оказывает своеобразный нуклеирующий эффект, в результате которого прочность расплава указанной смеси полиэтиленов в определенных интервалах дозирования возрастает. Помимо указанного эффекта увеличения прочности расплава, существенно улучшаются деформационно-прочностные свойства, поверхностная твердость и теплостойкость таких композиций.

Нуклеирующий эффект полипропилена может проявляться, помимо всего вышеуказанного, в повышении композиционной совместимости полиэтиленов, что приводит к повышению однородности и стабильности надмолекулярной структуры полимерной матрицы и, соответственно, улучшению качества поверхности - гладкости и блеска, экструдированного материала.

Комбинация перечисленных свойств обеспечивает возможность получения материалов на основе данной композиции методом вспенивания с широким классом применений, начиная от изоляционного материала до высокотехнологичной упаковочной продукции.

Изобретение также относится к способу получения полиэтиленовой композиции для вспенивания, включающему смешение и переработку в однородный расплав следующих компонентов, взятых по отношению к общей массе композиции в количестве:

- А. от 20 до 84 мас.% полиэтилена низкой плотности (ПЭНП),
- В. от 10 до 70 мас.% полиэтилена высокой плотности (ПЭВП),
- С. от 5 до 25 мас.% линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП),
- Д. от 0,5 до 10 мас.% полипропилена (ПП)
- Е. от 0 до 2 мас. % других добавок.

Изобретение также относится к применению вышеупомянутой полиэтиленовой композиции в качестве композиции для получения изделий методом вспенивания и к полученным таким образом изделиям.

#### **Подробное описание изобретения**

В соответствии с настоящим изобретением заявлена композиция, которая включает следующие компоненты:

- от 20 до 84 мас.% полиэтилена низкой плотности (ПЭНП)
- от 10 до 70 мас.% полиэтилена высокой плотности (ПЭВП)
- от 5 до 25 мас.% линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП)
- от 0,5 до 10 мас.% полипропилена
- от 0 до 2 мас. % других добавок

#### **Основные условные обозначения и сокращения**

ПЭ - полиэтилен

ПЭВП (ПЭНД, HDPE) - полиэтилен высокой плотности

ПЭВД (ПЭНП, LDPE) - полиэтилен высокого давления

ПТР - показатель текучести расплава

ПП - полипропилен

$T_{\text{Вика}, 10\text{Н}}$  - теплостойкость по Вика при нагрузке 10Н

MS - прочность расплава

ерр - относительное удлинение при разрыве

ерт - относительное удлинение при пределе текучести

срр - прочность при разрыве

срт - предел текучести при растяжении

мПА - миллипаскаль

МПА - мегапаскаль

$T_{\text{Вика}, 10\text{Н}}$  - теплостойкость по Вика при нагрузке 10Н

Далее по тексту описания изобретения полиэтилен низкой плотности (ПЭНП), линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП) и полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) называют ПЭНП, ЛПЭНП и ПЭВП соответственно.

*В качестве ПЭНП* используют полиэтилен, получаемый по механизму радикально-цепного инициирования полимеризации этилена при высоком давлении (до 2000 атм и более) в реакторах трубчатого или автоклавного типов. Используемый в составе композиции ПЭНП характеризуется ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> от 0,1 до 0,7 г/10 мин, предпочтительно от 0,2 до 0,5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,2 до 0,4 г/10 мин и имеет плотность от 0,910 до 0,935 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,910 до 0,930 г/см<sup>3</sup>, более предпочтительно от 0,915 до 0,925 г/см<sup>3</sup>.

Содержание ПЭНП в композиции составляет от 20 до 84% мас., предпочтительно от 25 до 80% мас., наиболее предпочтительно от 30 до 76% мас.

В качестве ПЭНП могут быть использованы известные торговые марки ПЭНП или их смесь. Например, ПЭНП марки 15303-003 производства ООО «Томскнефтехим» г. Томск, ПЭНП марки 15303-003 производства ПАО «Казаньоргсинтез» г. Казань, ПЭНП марки 15313-003 производства ПАО «Казаньоргсинтез» г. Казань, ПЭНП марки 15303-003 производства ПАО «Уфаоргсинтез» г. Уфа. и др.

**В качестве ЛПЭНП** используют полиэтилен, получаемый методом анионно-координационной сополимеризации этилена с высшими  $C_3-C_{10}$   $\alpha$ -олефинами при низком давлении на катализаторах Циглера-Натта, либо с использованием металлоценовых каталитических систем по стандартным промышленным технологиям. Используемый в составе композиции ЛПЭНП характеризуется ПТР<sub>190°C/2,16</sub> от 0,5 до 2 г/10 мин, предпочтительно от 0,7 до 1,5 г/10 мин, еще более предпочтительно от 0,8 до 1,3 г/10 мин и имеет плотность от 0,895 до 0,935 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,910 до 0,925 г/см<sup>3</sup>.

Предпочтительным является использование ЛПЭНП, обладающего молекулярной массой от 50 000 до 400 000 г/моль, более предпочтительно от 70 000 до 250 000 г/моль, наиболее предпочтительно от 80 000 до 150 000 г/моль. При этом под молекулярной массой в настоящем изобретении понимают средневесовую молекулярную массу, если не сказано иное.

Содержание ЛПЭНП в композиции составляет от 5 до 25 мас.%, предпочтительно от 8 до 20 мас.%

В качестве ЛПЭНП также могут быть использованы известные торговые марки или их смесь. Например, Daelim XP 9200 с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 1,0 г/10 мин производства Южная Корея, Daelim VL 0001 с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 1,0 г/10 мин производства Южная Корея, Daelim XP 9100 с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 0,8 г/10 мин производства Южная Корея, Sabic G 1620B с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 1,0 г/10 мин производства Саудовская Аравия, ЛПЭНП 1500E с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 1,0-1,4 г/10 мин производства «Нижекамскнефтехим» г. Нижнекамск, BA 204E с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 0,8 г/10 мин производства компании Borealis (Австрия), Moplen HP556E с ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> = 0,8 г/10 мин производства LiondellBasell (Германия) и др.

**В качестве ПЭВП** используют полиэтилен, получаемый методом анионно-координационной гомо-полимеризации этилена, либо со-полимеризации этилена с высшими  $C_3-C_{10}$   $\alpha$ -олефинами при низком давлении на катализаторах Циглера-Натта по стандартным промышленным технологиям. Используемый в составе композиции ПЭВП характеризуется ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub> от 0,05 до 5 г/10 мин, предпочтительно от 0,2 до 5 г/10 мин, наиболее предпочтительно от 0,3 до 5 г/10 мин и имеет плотность от 0,935 до 0,970 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,940 до 0,960 г/см<sup>3</sup>.

Содержание ПЭВП в композиции составляет от 10 до 70 мас.%, предпочтительно от 12 до 60 мас.%, наиболее предпочтительно от 15 до 50 мас.%

При этом в качестве ПЭВП используют только мономодальные гомо- и сополимеры этилена с высшими  $C_3-C_{10}$   $\alpha$ -олефинами со средними значениями молекулярных масс от 80 000 до 200 000 г/моль, предпочтительно от 100 000 до 150 000 г/моль.

В качестве ПЭВП также могут быть использованы известные торговые марки ПЭВП или их смесь. Например, ПЭВП марок 276-73, 273-83, P-Y342, ПЭНТ22-12, SABIC HDPE 5429, SABIC HDPE F 04660, ПЭВП PE30T-49 и другие марки с подобными свойствами.

**В качестве полипропилена** используют промышленные марки полукристаллического гомополимера пропилена и/или статистического, и/или блок-сополимера пропилена с этиленом, либо с  $C_4-C_8$   $\alpha$ -олефином. Могут быть использованы как

высокотекучие марки гомополимера пропилена, например, РРН270 с ПТР<sub>230°C /2,16 кг</sub>=25-27 г/10мин и/или РРН450 с ПТР<sub>230°C /2,16 кг</sub>=45г/10мин, так и предпочтительно низкотекучие, например, РРН030GP с показателем текучести расплава от 2 до 5 г/10 мин, предпочтительно от 2,5 до 4 г/10 мин., производимые в ООО «СИБУР», либо в других компаниях в РФ или за рубежом. Менее предпочтительно использование статистического и/или блок-сополимера пропилена, марок PPR003, PPR015 производства ООО «Томскнефтехим», ООО «Тобольскполимер», Бален 02015 производства ОАО «Уфаоргсинтез», PP 1500J производства «Нижекамскнефтехим» и др.

Содержание кристаллического изотактического полипропилена в композиции варьируется от 0,5 до 10 мас.%, предпочтительно от 1 до 7 мас.%, наиболее предпочтительно от 1 до 5 мас.%.

Дополнительно представленная композиция согласно изобретению может содержать *другие добавки*, такие как антиоксиданты, термостабилизаторы, светостабилизаторы или их смеси и др. В качестве такой другой добавки могут быть использованы серосодержащие антиоксиданты, антиоксиданты фенольного и фосфитного типов, например, эфир 3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-фенилпропионовой кислоты и пентаэритрита под торговой маркой Ирганокс 1010, три-(фенил-2,4-ди-трет-бутил)фосфит под торговой маркой Иргифос 168, и/или аналогичные термостабилизаторы других торговых марок, а также светостабилизаторы аминного типа и другие типы стабилизаторов или синергетические смеси стабилизаторов под такими торговыми марками, как Ирганокс В225, Ирганокс В215 и др. Содержание этих добавок в составе композиции может находиться в диапазоне от 0 до 2 мас.%, предпочтительно от 0,05 до 1,5 мас.%, наиболее предпочтительно от 0,1 до 1 мас.%.

Таким образом, применение изотактического ПП в качестве нуклеирующих добавок для ПЭ композиций обеспечивает формирование в их составе более однородной кристаллической фазы полиэтилена, что и приводит в конечном итоге к заметному улучшению деформационно-прочностных, теплофизических характеристик, поверхностной твердости и прочности расплава указанных композиций.

Композиция согласно изобретению может быть получена любым из известных методов смешения термопластичных полимеров. Предпочтительно композицию получают одностадийным способом: переработкой в расплаве предварительно полученной любым известным из уровня техники способом сухой смеси всех входящих в рецептуру композиции ингредиентов на любом, подходящем для этого оборудовании, включающем одно- или двухшнековые экструдеры, закрытые роторные смесители и т.п.

Температура смешения компонентов является традиционной для данной области техники и определяется свойствами конкретного полиэтилена. Более конкретно смешение компонентов осуществляют при температуре выше температуры плавления полиэтиленов, входящих в состав композиции, и ниже температуры их разложения. Предпочтительно температура смешения компонентов составляет от 200 до 260 °С, наиболее предпочтительно от 210 до 250 °С.

Режимы переработки полученной композиции не отличаются от стандартных, используемых в зависимости от реологических характеристик полиэтилена. Наиболее предпочтительным способом переработки является экструзия расплава.

Композиции, получаемые способом по изобретению, пригодны для применения в качестве сырья для изготовления оболочки и/или изоляции электрических кабелей, оболочки волоконно-оптических кабелей, разнообразных трубных изделий и внешнего слоя изоляции трубопроводов.

Изобретение будет далее пояснено примерами, которые приведены для иллюстрации настоящего изобретения и не призваны ограничить его объем.

### **Осуществление Изобретения**

В качестве **полимерной базы** использовали:

1) **ПЭНП** - ПЭНП марки 15303-003 и ПЭНП марки 15803-020, базовые марки, производимые на ООО «Томскнефтехим»;

2) **ЛПЭНП** -Daelim XP 9200:  $d=0.918 \text{ г/см}^3$ , ПТР<sub>190°C/2,16 кг</sub>=1,0 г/10 мин, производства компании Daelim Industrial Co., Ltd, Корея; или - Daelim XP 9400:  $d=0.915 \text{ г/см}^3$ , ПТР<sub>190°C/2,16 кг</sub>=3,7 г/10 мин, производства компании Daelim Industrial Co., Ltd, Корея, или PE 5118Q:  $d=0,916-0,920 \text{ г/см}^3$ , ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub>=2,8-3,4 г/см<sup>3</sup>, производства ПАО «Нижекамскнефтехим», Россия;

3) **ПЭВП** - ПЭВП марки 276-73:  $d=0,958-0,963 \text{ г/см}^3$ , ПТР<sub>190°C/2,16 кг</sub>=0,7 г/10 мин, производства ПАО «Казаньнефтеоргсинтез», Россия; или ПЭВП марки 273-83:  $d=0,950-0,955 \text{ г/см}^3$ , ПТР<sub>190°C/2,16кг</sub>=0,40-0,60 г/10 мин, производства ПАО «Казаньоргсинтез», Россия; или ПЭНТ22-12:  $d=0,958-0,965 \text{ г/см}^3$ , ПТР<sub>190°C/2,16 кг</sub>=6-9 г/10 мин, производства ПАО «Казаньоргсинтез», Россия;

В качестве **изотактического ПП** использовали:

PPH030GP: ПТР<sub>230°C/2,16кг</sub>=3,0 г/10 мин, производство ООО «Томскнефтехим»; или PPH270GP: ПТР<sub>230°C/2,16кг</sub>=27,0 г/10 мин, производство ООО «Томскнефтехим»; или PPH450GP: ПТР<sub>230°C/2,16кг</sub>=45,0 г/10 мин, производство ООО «Томскнефтехим»; или

Статистический сополимер пропилена с этиленом марки PPR015EX: ПТР<sub>230°C/2,16кг</sub>=1,5 г/10 мин, производство ООО «Томскнефтехим»;

Блок-сополимер пропилена с этиленом марки PPR8300G: ПТР<sub>230°C/2,16кг</sub>=1,5 г/10 мин, производство ПАО «Нижекамскнефтехим».

В качестве образца сравнения использовали композицию Vorstar 6052 - промышленная марка композиции на базе бимодального полиэтилена средней плотности, получаемого по двухреакторной технологии Vorstar компании Borealis. Марка предназначена для изготовления оболочки волоконно-оптических кабелей.

### **Методы исследований композиций:**

Определение показателя текучести расплава проводили при температуре 190°C и нагрузке 2,16 Н по ГОСТ 11645.

Определение предела текучести при разрыве, предела прочности на разрыв и относительной деформации при разрыве проводили по ГОСТ 11262 при скорости испытания 50 мм/мин.

Определение модуля упругости на изгибе проводили по ASTM D 790, вид испытания - трехточечный изгиб, скорость испытания - 1,3 мм/мин.

Определение твердости по Шору D/1 проводили в соответствии с ГОСТ 24621.

Определение теплостойкости по Вика (10Н) проводили по ASTM 1525.

Определение прочности расплава проводили на капиллярном реометре Smart Rheo 2000. Расплав продавливали через капилляр, заправляли в тянущее устройство и вытягивали с постоянным ускорением. При достижении определенной скорости вытяжки происходил разрыв вытягиваемой нити. Фиксируемое в момент разрыва нити на тензодатчике усилие считали прочностью расплава. Для определения прочности расплава полиэтилена использовали капилляр диаметром 2 мм, температура измерений - 190 °С.

Оценку качества поверхности материалов из полиэтилена проводили с использованием лабораторного одношнекового экструдера Брабендер при температуре по зонам экструзии 150-160-170-180 °С (температурный режим экструзии может быть изменен в зависимости от вязкости расплава полиэтиленовой композиции), с диаметром стренговой головки 1,8 мм и скоростью вращения шнеков 50-150 мин<sup>-1</sup>. Качество поверхности выходящей и охлаждаемой на воздухе поверхности стренг из полиэтилена оценивали визуально: оценка «+», если гладкость и блеск поверхности хорошие, «-», если гладкость, и/или блеск поверхности неудовлетворительные.

### **Примеры**

#### **Получение композиций:**

Наработку композиции предпочтительнее проводить на экструзионной линии. Вначале на предварительной стадии сухого смешения с использованием стандартного смесительного оборудования в стандартных условиях при температуре от 15 до 30°С готовят механическую смесь ингредиентов композиции ПЭ, так называемую шихту.

Полученную шихту на основной стадии компаундирования загружают в воронку, либо иное дозирующее устройство экструдера, предпочтительно двухшнекового с L/D не менее 30, предпочтительнее, не менее 35, и перерабатывают в готовый продукт - гранулы - стандартными методами. Максимальная температура переработки в расплаве на экструзионном оборудовании составляет от 210 до 260 °С.

Образцы для физико-механических, тепло-физических и других испытаний готовятся методом горячего прессования в стандартных условиях при температуре от 160 до 190°С.

Результаты испытаний полученных полиэтиленовых композиций приведены в **Таблице 1**, включающей **Примеры 1-53**. Эти примеры приведены только для иллюстрации настоящего изобретения и не ограничивают его.

#### **Пример 1 (сравнительный)**

Полимерный материал для испытаний готовят переработкой в расплаве на линии лабораторного двухшнекового экструдера LTE-20-44 гранулят основной базовой промышленной ПЭНП марки 15303-003 при максимальной температуре по зонам цилиндра 220 °С и скорости вращения шнеков 250 мин<sup>-1</sup>.

Полученный материал характеризуется прочностью при разрыве 13,7 МПа, относительным удлинением при разрыве 600%, твердостью по Шору D/1с 49 ед., теплостойкостью по Вика 89 °С, прочностью расплава  $MS_{190/2/12}=21,7$  сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

### **Пример 2 (сравнительный)**

#### **1) Предварительная стадия сухого механического смешения ингредиентов**

В лопастном смесителе готовят смесь (шихту), включающую 57 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, 38 мас.% ПЭВП 273-83 и 5 мас.% ПП РРН030GP, проводят смешение в течение 2-10 минут при комнатной температуре при номинальном для данного оборудования числе оборотов роторов.

#### **2) Основная стадия смешения в расплаве**

Полученную сухую смесь компонентов на первой стадии (шихту) перерабатывают в двухшнековом экструдере LTE-20-44 при максимальной температуре по зонам цилиндра 240 °С и числе оборотов шнеков 250 мин<sup>-1</sup>.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 36,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 770%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 112 °С, прочностью расплава  $MS_{190/2/12}=9,5$  сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

### **Пример 3 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 2 за исключением того, что при изготовлении шихты используют 65 мас.% ПЭНП марки 15303-003, 30 мас.% ПЭВП 276-73 и 5 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 13,9 МПа, относительным удлинением при разрыве 550%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 108 °С, прочностью расплава  $MS_{190/2/12}=30,6$  сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

### **Пример 4 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 2 за исключением того, что при изготовлении шихты используют 50 мас.% ПЭНП марки 15303-003, 20 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и 30 мас.% ПЭВП 276-73.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 21,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 640%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 108 °С, прочностью расплава  $MS_{190/2/12}=43,8$  сN, но плохим качеством поверхности экструдированного полимера.

### **Пример 5**

Осуществляют аналогично Примеру 2 за исключением того, что при изготовлении шихты используют 49,5 мас.% ПЭНП марки 15303-003, 20 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, 30 мас.% ПЭВП 276-73 и 0,5 мас.% ПП PPH030GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,3 МПа, относительным удлинением при разрыве 780%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=44,0 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 6**

Осуществляют аналогично Примеру 5 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 0,5 мас.% используют 1,0 мас.% PPH030GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 23,1 МПа, относительным удлинением при разрыве 800%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=49,5 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 7**

Осуществляют аналогично Примеру 5 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 0,5 мас.% используют 3,0 мас.% PPH030GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 25,4 МПа, относительным удлинением при разрыве 890%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 110 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=44,5 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 8**

Осуществляют аналогично Примеру 7 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 3,0 мас.% PPH030GP используют 3,0 мас.% PPH270GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 24,6 МПа, относительным удлинением при разрыве 870%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=45,8 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 9**

Осуществляют аналогично Примеру 5 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 0,5 мас. % используют 5,0 мас.% PPH030GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 23,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 810%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 112 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=41,7 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 10**

Осуществляют аналогично Примеру 7 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 3,0 мас.% PPH030GP используют 3,0 мас.% PPH450GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 24,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 860%, твердостью по Шору D/1с 59 ед.,

теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=44,7 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 11**

Осуществляют аналогично Примеру 5 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 0,5 мас.% используют 10,0 мас.% PPH030GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 17,7 МПа, относительным удлинением при разрыве 670%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 113 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=41,3 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 12**

Осуществляют аналогично Примеру 8 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 3,0 мас. % PPH270GP используют 10,0 мас.% PPH270GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,3 МПа, относительным удлинением при разрыве 810%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=38,5 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 13**

Осуществляют аналогично Примеру 10 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 3,0 мас.% PPH450GP используют 10,0 мас.% PPH450GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,1 МПа, относительным удлинением при разрыве 800%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=37,8 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 14 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 4 (сравн.) за исключением того, что вместо ПЭВП 276-73 используют ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 700%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=49,8 сN, но плохим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 15**

Осуществляют аналогично Примеру 14 (сравн.) за исключением того, что вместо 50,0 мас.% используют 49,0 мас.% ПЭВП марки 15303-003 и дополнительно вводят 1,0 мас.% ПП PPH030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 25,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 830%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 110 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=55,5 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 16**

Осуществляют аналогично Примеру 15 за исключением того, что вместо 49,0 мас.% используют 47,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и дополнительно вводят 3,0 мас. % ПП РРН030 GR.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 26,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 840%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=54,3 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 17**

Осуществляют аналогично Примеру 16 за исключением того, что вместо 47,0 мас. % используют 45,0 мас. % ПЭНП марки 15303-003 и дополнительно вводят 5,0 мас. % ПП РРН030 GR.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 23,7 МПа, относительным удлинением при разрыве 830%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 113 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=50,7 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 18**

Осуществляют аналогично Примеру 16 за исключением того, что вместо 47,0 мас.% используют 54,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 20,0 мас.% используют 14,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XR 9200 и вместо 30,0 мас.% используют 29,0 мас.%. ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 24,3 МПа, относительным удлинением при разрыве 830%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=65,7 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 19**

Осуществляют аналогично Примеру 18 за исключением того, что вместо 54,0 мас.% используют 59,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 14,0%мас. используют 11,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XR 9200 и вместо 3,0 мас.% используют 1,0 мас.%. РРН030 GR.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 25,3 МПа, относительным удлинением при разрыве 810%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 107 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=76.9 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 20**

Осуществляют аналогично Примеру 18 за исключением того, что вместо 54,0 мас.% используют 59,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 14,0 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XR 9200 и вместо 29,0,0 мас.% используют 28,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 27,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 870%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 108 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=72,6 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 21**

Осуществляют аналогично Примеру 19 за исключением того, что вместо 59,0 мас.% используют 64,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 11,0 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XR 9200 и вместо 29,0 мас.% используют 25,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 17,9 МПа, относительным удлинением при разрыве 670%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 107 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=77,6 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 22**

Осуществляют аналогично Примеру 21 за исключением того, что вместо 64,0 мас.% используют 69,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и вместо 25,0 мас.% используют 20,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 18,8 МПа, относительным удлинением при разрыве 690%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 106 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=71,2 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 23**

Осуществляют аналогично Примеру 22 за исключением того, что вместо 69,0 мас.% используют 74,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и вместо 20,0 мас.% используют 15,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 19,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 720%, твердостью по Шору D/1с 56 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 106 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=62,0 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 24**

Осуществляют аналогично Примеру 23 за исключением того, что вместо 74,0 мас.% используют 79,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и вместо 15,0 мас.% используют 10,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 17,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 620%, твердостью по Шору D/1с 55 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 105 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=53,0 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 25 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 24 за исключением того, что вместо 79,0 мас.% используют 81,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и вместо 10,0 мас.% используют 8,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 15,9 МПа, относительным удлинением при разрыве 540%, твердостью по Шору D/1с 52 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 103 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=39,0 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 26**

Осуществляют аналогично Примеру 6 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 20,0 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 30,0 мас.% используют 40,0 мас.% ПЭВП 276-73.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 17,4 МПа, относительным удлинением при разрыве 610%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 115 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=43,5 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 27**

Осуществляют аналогично Примеру 26 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 49,0 мас.% используют 29,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и вместо 40,0 мас.% используют 60,0 мас.% ПЭВП 276-73.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 24,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 960%, твердостью по Шору D/1с 63 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 118 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=31,8 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 28**

Осуществляют аналогично Примеру 26 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ПЭВП 276-73 используют ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 17,7 МПа, относительным удлинением при разрыве 660%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 115 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=62,0 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 29**

Осуществляют аналогично Примеру 27 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ПЭВП 276-73 используют ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 28,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 880%, твердостью по Шору D/1с 62 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 119 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=43,2 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 30**

Осуществляют аналогично Примеру 29 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 29,0 мас.% используют 20,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 10 мас.% используют 9,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 60,0 мас.% используют 70,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 700%, твердостью по Шору D/1с 63 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 119 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=30,0 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 31 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 30 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 9 мас.% используют 8,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 70,0 мас.% используют 72,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 21,8 МПа, относительным удлинением при разрыве 670%, твердостью по Шору D/1с 63 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 118 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=26,1 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 32 (сравнительный)**

Осуществляют по Примеру 5 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо

49,5 мас.% используют 35 мас.% ПЭНП, вместо 30 мас.% используют 40 мас.% ПЭВП, вместо 0,5 мас.% используют 5% ПП PPH030GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=24,3 сN и хорошим качеством экструдированного полимера.

#### **Пример 33**

Осуществляют аналогично Примеру 6 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ПП PPH030GP используют PPR015 EX.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,2 МПа, относительным удлинением при разрыве 820%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 108 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=47,5 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 34**

Осуществляют аналогично Примеру 6 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ПП PPH030GP используют PP8300G.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 810%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=48,2 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 35 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 30 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 20,0 мас.% используют 18,0 мас.% ПЭНП 15303-003 и вместо 9 мас.% используют 11,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 21,9 МПа, относительным удлинением при разрыве 650%, твердостью по Шору D/1с 63 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 119 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=22,1 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 36 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 24 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 79,0 мас.% используют 85,0 мас.% ПЭНП макри 15303-003, вместо 10 мас.%

используют 8,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 10,0 мас.% используют 6,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 15,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 520%, твердостью по Шору D/1с 50 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 100 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=33,5 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 37 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 36 (сравнительный) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 85,0 мас.% используют 83,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003 и вместо 8 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 16,2 МПа, относительным удлинением при разрыве 580%, твердостью по Шору D/1с 51 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 102 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=31,2 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 38 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 37 (сравнительный) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 83,0 мас.% используют 39,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 10 мас.% используют 30,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 6,0 мас.% используют 30,0 мас. % ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 25,9 МПа, относительным удлинением при разрыве 850%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=27,9 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 39 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 38 (сравнительный) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 39,0 мас.% используют 62,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 30 мас.% используют 3,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 1,0 мас.% используют 5,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 15,9 МПа, относительным удлинением при разрыве 590%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=28,9 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 40 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 26 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 10 мас.% используют 9,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, вместо 40,0 мас.% используют 27,0 мас.% ПЭВП 276-73 и вместо 1,0 мас.% используют 15,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 13,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 250%, твердостью по Шору D/1с 63 ед.,

теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=27,8 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 41 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 40 (сравнительный) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ПЭВП 276-73 используют ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 13,6 МПа, относительным удлинением при разрыве 420%, твердостью по Шору D/1с 62 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 112 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=31,8 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 42 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 9 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 45 мас.% ПЭНП марки 15303-003 используют 50,0 мас.% ПЭНП марки 15803-020, вместо 20,0 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 30,0 мас.% используют 35,0 мас.% ПЭВП 276-73.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 9,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 48%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=18,6 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 43 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 9 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ЛПЭНП Daelim XP 9200 используют ЛПЭНП PE 5118Q.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 23,1 МПа, относительным удлинением при разрыве 820%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 108 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=27,6 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 44 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 9 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо ЛПЭНП Daelim XP 9200 используют ЛПЭНП Daelim XP 9400.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 21,3 МПа, относительным удлинением при разрыве 760%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 107 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=25,4 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 45 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 4 (сравн.) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 50 мас.% ПЭНП марки 15303-003 используют 60,0 мас.% ПЭНП 15803-020, вместо 20,0 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо ПЭВП 276-73 используют ПЭВП ПЭ2НТ-22-12.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 19,8 МПа, относительным удлинением при разрыве 810%, твердостью по Шору D/1с 57 ед.,

теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 108 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=33,5 сN, но плохим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 46**

Осуществляют аналогично Примеру 45 (сравн.) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 10,0 мас.% используют 9,7 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, вместо 30,0 мас.% используют 29,3 мас.% ПЭВП ПЭ2НТ-22-12 и дополнительно вводят 1,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 20,8 МПа, относительным удлинением при разрыве 830%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 109 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=35.1 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 47**

Осуществляют аналогично Примеру 46 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 1,0 мас.% вводят 3,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 21,2 МПа, относительным удлинением при разрыве 840%, твердостью по Шору D/1с 58 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 110 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=35.7 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 48**

Осуществляют аналогично Примеру 47 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 3,0 мас.% вводят 5,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 17,1 МПа, относительным удлинением при разрыве 670%, твердостью по Шору D/1с 59 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=33,8 сN и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 49 (сравнительный)**

Осуществляют аналогично Примеру 45 (сравн.) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 60 мас.% используют 30,0 мас.% ПЭНП марки 15303-003, вместо 30,0 мас.% ПЭВП марки ПЭ2НТ-22-12 используют смесь ПЭВП: 10,0 мас.% ПЭ2НТ-22-12 и 50,0 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 24,1 МПа, относительным удлинением при разрыве 720%, твердостью по Шору D/1с 60 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 115 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=32,3 сN, но плохим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### **Пример 50**

Осуществляют аналогично Примеру 49 (сравн.) за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 10 мас.% используют 9,7 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, вместо 50,0 мас.% используют 49,3 мас.% ПЭВП 273-83 и дополнительно вводят 1,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 26,6 МПа, относительным удлинением при разрыве 920%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 116 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=35,0 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### Пример 51

Осуществляют аналогично Примеру 50 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 9,7 мас.% используют 9,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, вместо 49,3 мас.% используют 48,0 мас.% ПЭВП 273-83 и вместо 1,0 мас.% используют 3,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 27,2 МПа, относительным удлинением при разрыве 930%, твердостью по Шору D/1с 61 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 117 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=35,1 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### Пример 52

Осуществляют аналогично Примеру 51 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 9,0 мас.% используют 8,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200, вместо 48,0 мас.% используют 47,0 мас.% ПЭВП 273-83 и вместо 3,0 мас.% используют 5,0 мас.% ПП РРН030 GP.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 18,0 МПа, относительным удлинением при разрыве 660%, твердостью по Шору D/1с 62 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 118 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=33,1 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

#### Пример 53

Осуществляют аналогично Примеру 50 за исключением того, что при изготовлении шихты вместо 9,7 мас.% используют 10,0 мас.% ЛПЭНП Daelim XP 9200 и вместо 49,3 мас.% используют 19,3 мас.% ПЭВП 273-83.

Полученная композиция характеризуется прочностью при разрыве 22,5 МПа, относительным удлинением при разрыве 850%, твердостью по Шору D/1с 57 ед., теплостойкостью по Вика<sub>10Н</sub> 111 °С, прочностью расплава MS<sub>190/2/12</sub>=62,0 сН и хорошим качеством поверхности экструдированного полимера.

В таблице 1 приведены исследованные составы композиций ПЭ (Примеры 1-11) и свойства композиции ПЭ

Таблица 1 - составы (% мас.) и свойства композиций по примерам 1-12

Материалы		Состав, % мас.										
		При мер 1 (сра вн.)	При мер 2 (сра вн.)	При мер 3 (сра вн.)	При мер 4 (сра вн.)	При мер 5	При мер 6	При мер 7	При мер 8	При мер 9	При мер 10	При мер 11
ПЭН П	15303-003	100	-	65,0	50,0	49,5	49,0	47,0	47,0	45,0	47,0	40,0



НП	Daelim XP 9200	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	14,0	11,0	10,0	10,0	10,0
ПЭВ П	276-73	30,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	273-83	-	-	30,0	30,0	30,0	30,0	29,0	29,0	28,0	25,0	20,0
	ПЭНТ- 22-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПП	РРН030G Р	-	-	-	1,0	3,0	5,0	3,0	1,0	3,0	1,0	1,0
	РРН270G Р	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	РРН450G Р	-	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Свойства композиции:</b>												
ПТР <sub>190/2,16кг,</sub> мин	г/10	0,49	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПТР <sub>190/5кг,</sub> мин	г/10	-	-	0,45	0,46	0,47	0,49	0,37	0,33	0,33	0,31	0,30
Предел текучести, МПа		16,9	16,8	15,0	15,3	15,6	15,8	15,2	15,1	15,3	14,2	14,0
Прочность при разрыве, МПа		22,3	22,1	22,5	25,5	26,5	23,7	24,3	25,3	27,0	17,9	18,8
Отн. удл. при разрыве+23°C, %		810	800	700	830	840	830	830	810	870	670	690
Твердость по Шору D/1с, ед.		61	61	58	59	60	61	60	60	60	59	58
Т <sub>ВИКА</sub> 10Н, °С		111	111	109	110	111	113	109	107	108	107	106
Прочность расплава( <sub>190/2/12</sub> ), сN		38,5	37,8	49,8	55,5	54,3	50,7	65,7	76,9	72,6	77,6	71,2
MS максим. Значение, сN		41,0	40,1	57,0	59,6	59,0	58,0	72,5	84,0	80,0	83,0	76,0
Вобр. (груз поршня 0.1), мм/с*		60- 67	58- 63	78- 95	198- 340	87- 195	82- 125	55- 62	46- 58	55- 63	47- 60	52- 65
Качество поверхности		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 1 - составы (% мас.) и свойства композиций по примерам 23-

34

Материалы		Состав, % мас.											
		Пр име р 23	Пр име р 24	Пр име р 25 (ср авн )	Пр име р 26	Пр име р 27	Пр име р 28	Пр име р 29	Пр име р 30	Пр име р 31 (ср авн )	Пр име р 32 (ср авн )	Пр име р 33	Пр име р 34
ПЭН П	15303- 003	74, 0	79, 0	81, 0	49, 0	29, 0	49, 0	29, 0	20, 0	20, 0	35	49, 0	49, 0



		(сра вн.)										
ПЭН П	15303-003	18,0	85,0	83,0	39,0	62,0	49,0	49,0	-	45,0	45,0	60,0
	15803-020	-	-	-	-	-	-	-	50,0	-	-	-
ЛПЭ НП	PE 5118Q	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-
	Daelim XP 9400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-
	Daelim XP 9200	11,0	8,0	10,0	30,0	3,0	9,0	9,0	10,0	-	-	10,0
ПЭВ П	276-73	-	-	-	-	-	27,0	-	35,0	30,0	30,0	-
	273-83	70,0	6,0	6,0	30,0	30,0	-	27,0	-	-	-	-
	ПЭ2НТ- 22-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0
ПП	РРН030G Р	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	15,0	15,0	5,0	5,0	5,0	-
	РРН270G Р	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	РРН450G Р	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Свойства композиции:</b>												
ПТР <sub>190/2,16кг</sub> , г/10 мин		0,07	0,22	0,25	0,48	0,27	0,33	0,08	0,77	0,52	0,58	0,54
ПТР <sub>190/5кг</sub> , г/10 мин		0,28	0,69	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-
Предел текучности, МПа		20,9	11,1	11,8	16,1	16,6	21,7	19,7	18,3	16,7	15,9	16,1
Прочность при разрыве, МПа		21,9	15,5	16,2	25,9	15,9	13,6	13,5	9,5	23,1	21,3	19,8
Отн. удл. при разрыве+23°C, %		650	520	580	850	590	250	420	480	820	760	810
Твердость по Шору D/1с, ед.		63	50	51	58	58	63	62	61	59	58	57
Т <sub>ВИКА 10Н</sub> , °С		119	100	102	111	109	111	112	111	108	107	108
Прочность расплава(190/2/12), сN		22,1	33,5	31,2	27,9	28,9	27,8	31,8	18,6	27,6	25,4	33,5
MS максим. Значение, сN		24,9	35,1	33,1	29,8	31,0	31,0	36,0	23,0	29,8	28,1	45,0
Вобр. (груз поршня 0.1), мм/с*		280- 520	290- 560	310- 600	260- 450	140- 300	475- 540	530- 650	880- 975	330- 540	450- 650	150- 260
Качество поверхности		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Продолжение таблицы 1 - составы (% мас.) и свойства композиций по примерам 46-

Материалы	Состав, % мас.
-----------	----------------

		Прим ер 46	Прим ер 47	Прим ер 48	Пример 49 (сравн.)	При мер 50	Прим ер 51	Прим ер 52	Прим ер 53
ПЭНП	15303-003	60,0	60,0	60,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0
	15803-020	-	-	-	-	-	-	-	-
ЛПЭНП	PE 5118Q	-	-	-	-	-	-	-	-
	Daelim XP 9400	-	-	-	-	-	-	-	-
	Daelim XP 9200	9,7	9,0	8,0	10,0	9,7	9,0	8,0	10,0
ПЭВП	276-73	-	-	-	-	-	-	-	-
	273-83	-	-	-	50,0	49,3	48,0	47,0	19,3
	ПЭ2НТ- 22-12	29,3	28,0	27,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
ПП	PPH030GP	1,0	3,0	5,0	-	1,0	3,0	5,0	1,0
	PPH270GP	-	-	-	-	-	-	-	-
	PPH450GP	-	-	-	-	-	-	-	-
Ирганокс В225(сверх рец-ры)		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Свойства композиции:</b>									
ПТР <sub>190/2,16кг</sub> , г/10 мин		0,56	0,58	0,60	0,09	0,11	0,11	0,12	0,13
ПТР <sub>190/5кг</sub> , г/10 мин		-	-	-	-	-	-	-	-
Предел текучести, МПа		16,2	16,3	16,3	20,1	20,3	20,4	20,5	15,5
Прочность при разрыве, МПа		20,8	21,2	17,1	24,1	26,6	27,2	18,0	22,5
Отн. удл. при разрыве+23°C, %		830	840	670	720	920	930	660	850
Твердость по Шору D/1с, ед.		58	58	59	60	61	61	62	57
Т <sub>ВИКА 10Н</sub> , °C		109	110	111	115	116	117	118	111
Прочность расплава( <sub>190/2/12</sub> ), сN		35,1	35,7	33,8	32,3	35,0	35,1	33,1	62,0
MS максим. Значение, сN		45,5	46,0	40,0	35,0	38,0	42,0	37,0	65,0
Вобр. (груз поршня 0.1),мм/с*		150- 365	158- 320	135- 400	100-175	110- 195	55- 125	185- 250	55-75
Качество поверхности		+	+	+	-	+	+	+	+

\*скорость вытяжки, при которой происходит обрыв ПЭ-нити в реометре Smart Rheo 2000.

Результаты испытаний полиэтиленовых композиций, полученных по **Примерам 1 - 4 (сравнительные)** демонстрируют недостатки основных свойств ПЭНП марки 15303-003 (**Пример 1** – низкие показатели физико-механических свойств, поверхностной твердости и теплостойкости), бинарного сочетания ЛПЭНП и ПЭВП в присутствии полипропилена (**Пример 2** – низкая прочность расплава), бинарного сочетания ПЭНП и ПЭВП с добавкой полипропилена (**Пример 3** – низкие показатели физико-механических свойств), тройной смеси ПЭНП, ЛПЭНП и ПЭВП без добавки полипропилена (**Пример 4** – плохое качество поверхности экструдированного материала).

Последующие **Примеры 5 – 24, Пример 33 и Пример 34**, а также **Примеры 46-48** показывают характер влияния добавки кристаллического изотактического полипропилена различных марок, отличающихся молекулярной массой, вязкостью расплава и сополимерной природой в тройных композициях, на улучшение физико-механических характеристик, твердости поверхности, теплостойкости, измеренной по методу Вика, и прочности расплава этих композиций по сравнению с исходными, не содержащими полипропилен в своем составе, в частности по **примерам 4, 14, 44 (сравн.)**.

**Пример 40 и Пример 41 (сравнительные)** демонстрируют значительную деградацию физико-механических характеристик (прочность и относительное удлинение при разрыве) и прочности расплава тройных композиций ПЭ при выходе за границы заявленного интервала концентрации используемого полипропилена.

**Пример 25 (сравнительный), Пример 31 (сравнительный) и Примеры 35-39 (сравнительные)** демонстрируют негативный отклик основных свойств композиций при выходе за заявленные границы дозирования полимерных компонентов композиций, в частности - ПЭНП, ЛПЭНП и ПЭВП.

**Пример 42, Пример 43 и Пример 44 (сравнительные)** демонстрируют негативный отклик основных свойств композиций на замену ПЭНП марки 15303-003 и ЛПЭНП Daelim XP 9200 на их более высокотекучие аналоги: ПЭНП марки 15803-020, Daelim XP 9400 и PE 5118Q.

**Пример 49 (сравнительный), Пример 50, Пример 51, Пример 52 и Пример 53** демонстрируют возможности варьирования текучести и основных свойств композиций за счет сочетания низкотекучей ПЭВП марки 273-83 и высокотекучей марки ПЭВП - ПЭ2НТ-22-12.

Таким образом, на основании приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что с целью *достижения* максимального увеличения **прочности расплава** тройных полиэтиленовых композиций, с различной структурной организацией макроцепей

требуется одновременное сочетание следующих условий:

- 1) использование низкотекучего ПЭВП ,
- 2) концентрации ПЭВП от 25 до 35 мас.%
- 3) дозирование изотактического гомополимера пропилена в количестве от 1 до 3 мас. %.

С целью максимального увеличения значений физико-механических характеристик и эластичности необходимо дозирование ПЭВП в количестве  $60 \pm 5$  мас.%, а полипропилена в количестве 3 мас.%

С целью максимального увеличения твердости поверхности и теплостойкости необходимо дозирование ПЭВП и ПП в области верхней границы интервала допустимых концентраций.

Таким образом, в результате создания настоящего изобретения разработана композиция полимеров на основании использования определенных диапазонов трех типов ПЭ: ПЭНП, ПЭВП и ЛПЭНП, полимера пропилена в определенном количестве, и, при необходимости, других целевых добавок. Композиция пригодна для получения материалов методом вспенивания и получения материалов с хорошими показателями теплостойкости, поверхностная твердости, эластичности и других оптических и деформационно-прочностных характеристик.

Данные преимущества композиции обеспечивают широкую область ее применений, начиная от изоляционных материалов, до высокотехнологичной упаковочной продукции с высокими оптическими и прочностными характеристиками.

Также способ получения материалов из композиции по изобретению не требует дорогостоящих и потенциально опасных операций радиационного сшивания и стадий дополнительной очистки материалов от побочных продуктов химических способов сшивания.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Полиэтиленовая композиция, содержащая, по отношению к общей массе композиции, следующие компоненты:

- от 20 до 84 мас.% полиэтилена низкой плотности (ПЭНП),
- от 10 до 70 мас.% полиэтилена высокой плотности (ПЭВП),
- от 5 до 25 мас.% линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП),
- от 0,5 до 10 мас.% полипропилена (ПП)
- от 0 до 2 мас. % других добавок.

2. Полиэтиленовая композиция по п.1, где содержание ПЭНП по отношению к общей массе композиции составляет от 25 до 80 мас.%.

3. Полиэтиленовая композиция по п.1, где содержание ПЭВП по отношению к общей массе композиции составляет от 12 до 60 мас.%.

4. Полиэтиленовая композиция по п.1, где содержание ЛПЭНП по отношению к общей массе композиции составляет от 8 до 20 мас.%.

5. Полиэтиленовая композиция по п.1, где содержание полипропилена по отношению к общей массе композиции составляет от 1 до 7 мас.%.

6. Полиэтиленовая композиция по п.1, где плотность ПЭНП составляет от 0,910 до 0,935 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,910 до 0,930 г/см<sup>3</sup>, более предпочтительно от 0,915 до 0,935 г/см<sup>3</sup>.

7. Полиэтиленовая композиция по п.1, где плотность ПЭВП составляет от 0,935 до 0,970 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,940 до 0,960 г/см<sup>3</sup>.

8. Полиэтиленовая композиция по п.1, где плотность ЛПЭНП составляет от 0,895 до 0,925 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,910 до 0,925 г/см<sup>3</sup>.

9. Полиэтиленовая композиция по п.1, где молекулярная масса ПЭВП составляет от 80 000 до 200 000 г/моль, предпочтительно от 100 000 до 150 000 г/моль.

10. Полиэтиленовая композиция по п.1, где молекулярная масса ЛПЭНП составляет от 50 000 до 400 000 г/моль, предпочтительно от 70 000 до 250 000 г/моль, более предпочтительно от 80 000 до 150 000 г/моль.

11. Полиэтиленовая композиция по п.1, где в качестве ЛПЭНП используют сополимер этилена с  $\alpha$ -олефином, содержащим от 3 до 10 атомов углерода.

12. Полиэтиленовая композиция п.11, где ЛПЭНП получен методом анионно-координационной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.

13. Полиэтиленовая композиция по п.1, где в качестве ПЭВП используют мономодальные гомо- и сополимеры этилена с высшими  $\alpha$ -олефинами, предпочтительно используют сополимер этилена с  $\alpha$ -олефином, содержащим от 3 до 10 атомов углерода.

14. Полиэтиленовая композиция по п.13, где ПЭВП получен методом анионно-координационной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.

15. Полиэтиленовая композиция по п.1, где полипропилен выбирают из группы, состоящей из полукристаллического гомополимера пропилена, статистического сополимера этилена с С4-С8  $\alpha$ -олефином, блок-сополимера этилена с С4-С8  $\alpha$ -олефином.

16. Полиэтиленовая композиция по п.1, где полипропилен выбирают из гомополимеров пропилена, с показателем текучести расплава от 2 до 5 г/10 мин, предпочтительно от 2,5 до 4 г/10 мин, или их смесей.

17. Полиэтиленовая композиция п.1, где ПТР $190^{\circ}\text{C}/2,16\text{кг}$  для ПЭНП составляет от 0,1 до 0,7 г/10 мин, предпочтительно от 0,2 до 0,5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,2 до 0,4 г/10 мин.

18. Полиэтиленовая композиция п.1, где ПТР $190^{\circ}\text{C}/2,16\text{кг}$  для ПЭВП составляет от 0,05 до 5 г/10 мин, предпочтительно от 0,2 до 5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,3 до 5 г/10 мин.

19. Полиэтиленовая композиция п.1, где ПТР $190^{\circ}\text{C}/2,16\text{кг}$  для ЛПЭНП составляет от 0,5 до 2 г/10 мин, предпочтительно от 0,7 до 1,5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,8 до 1,3 г/10мин.

20. Полиэтиленовая композиция по п.1, где ПТР $230^{\circ}\text{C}/2,6\text{кг}$  для полипропилена составляет от 2 до 45 г/10мин.

21. Полиэтиленовая композиция по п.1, где другие добавки выбирают из группы, включающей антиоксиданты, УФ-поглотители, антистатические агенты, агенты кристаллизации, наполнители, скользящие добавки, замедлители горения.

22. Полиэтиленовая композиция по п.21, где содержание других добавок составляет от 0 до 2 мас.%, предпочтительно от 0,05 до 1,5 мас.%, более предпочтительно от 0,1 до 1 мас.%.

23. Полиэтиленовая композиция по п.1, которая характеризуется:

- ПТР $190^{\circ}/2,16$  - от 0,06 до 0,54 г/10 мин.
- пределом текучести при растяжении - до 21,7 МПа,
- прочностью. при разрыве - до 28 МПа,
- твердостью по Шору по шкале D - от 49 до 63 усл. ед. при 1с выдержке,
- теплостойкостью по Вика (10Н) - до  $119^{\circ}\text{C}$ ,
- скорость вытяжки, при которой происходит обрыв полиэтиленовой нити в реометре - от 45 до 475 мм/с.

24. Способ получения полиэтиленовой композиции для вспенивания, включающий смешение и переработку в однородный расплав следующих компонентов, взятых по отношению к общей массе композиции в количестве:

- A. от 20 до 84 мас.% полиэтилена низкой плотности (ПЭНП),
- B. от 10 до 70 мас.% полиэтилена высокой плотности (ПЭВП),
- C. от 5 до 25 мас.% линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП),
- D. от 0,5 до 10 мас.% полипропилена (ПП)
- E. от 0 до 2 мас. % других добавок.

25. Способ получения композиции по п.24, где содержание ПЭНП по отношению к общей массе композиции составляет от 25 до 80 мас.%.

26. Способ получения композиции по п.24, где содержание ПЭВП по отношению к общей массе композиции составляет от 12 до 60 мас.%.

27. Способ получения композиции по п.24, где содержание ЛПЭНП по отношению к общей массе композиции составляет от 8 до 20 мас. %.

28. Способ получения композиции по п.24, где содержание полипропилена по отношению к общей массе композиции составляет от 1 до 7 мас. %.

29. Способ получения композиции по п.24, где плотность ПЭНП составляет от 0,910 до 0,935 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,910 до 0,930 г/см<sup>3</sup>, более предпочтительно плотность ПЭНП составляет от 0,915 до 0,935 г/см<sup>3</sup>.

30. Способ получения композиции по п.24, где плотность ПЭВП составляет от 0,935 до 0,970 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно 0,940 до 0,960 г/см<sup>3</sup>.

31. Способ получения композиции по п.24, где плотность ЛПЭНП составляет от 0,895 до 0,925 г/см<sup>3</sup>, предпочтительно от 0,910 до 0,925 г/см<sup>3</sup>.

32. Способ получения композиции по п.24, где молекулярная масса ПЭВП составляет от 80 000 до 200 000 г/моль, предпочтительно от 100 000 до 150 000 г/моль.

33. Способ получения композиции по п.24, где молекулярная масса ЛПЭНП составляет от 50 000 до 400 000 г/моль, предпочтительно от 70 000 до 250 000 г/моль, более предпочтительно от 80 000 до 150 000 г/моль.

34. Способ получения композиции по п.22, где в качестве ЛПЭНП используют сополимер этилена с  $\alpha$ -олефином, содержащим от 3 до 10 атомов углерода.

35. Способ получения композиции по п.34, где ЛПЭНП получен методом анионно-координационной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.

36. Способ получения композиции по п.22, где в качестве ПЭВП используют мономодальные гомо- и сополимеры этилена с высшими  $\alpha$ -олефинами, предпочтительно используют сополимер этилена с  $\alpha$ -олефином, содержащим от 3 до 10 атомов углерода.

37. Способ получения композиции по п.36, где ПЭВП получен методом анионно-координационной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.

38. Способ получения композиции по п.22, где полипропилен выбирают из группы, состоящей из полукристаллического гомополимера пропилена, статистического сополимера этилена с С4-С8  $\alpha$ -олефином, блок-сополимера этилена с С4-С8  $\alpha$ -олефином.

39. Способ получения композиции по п.22, где ПТР190°С/2,16кг для ПЭНП составляет от 0,1 до 0,7 г/10 мин, предпочтительно от 0,2 до 0,5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,2 до 0,4 г/10 мин.

40. Способ получения композиции по п. 24, где ПТР190°С/2,16кг для ПЭВП составляет от 0,05 до 5 г/10 мин, предпочтительно от 0,2 до 5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,3 до 5 г/10 мин.

41. Способ получения композиции по п.24, где ПТР190°С/2,16кг для ЛПЭНП составляет от 0,5 до 2 г/10 мин, предпочтительно от 0,7 до 1,5 г/10 мин, более предпочтительно от 0,8 до 1,3 г/10мин.

42. Способ получения композиции по п.24, где ПТР230°С/2,6кг для полипропилена составляет от 2 до 45 г/10мин.

43. Способ получения композиции по п.24, где другие добавки в композиции выбирают из группы, включающей антиоксиданты, УФ - поглотители, антистатические агенты, агенты кристаллизации, наполнители, скользящие добавки, замедлители горения.

44. Способ получения композиции по п.24, где содержание других добавок в композиции составляет от 0 до 2 мас.%, предпочтительно от 0,05 до 1,5 мас.%, более предпочтительно от 0,1 до 1 мас.%.

45. Способ получения композиции по п.24, где смешение и переработку в однородный расплав осуществляют с использованием смесительного оборудования и экструдера.

46. Способ получения композиции по п.45, где смешение сухих компонентов композиции осуществляют при температуре от 15 до 30 °С.

47. Способ получения композиции по п.46, где переработку в однородный расплав осуществляют при температуре от 200 до 260°С.

48. Способ получения композиции по п.47, где переработку в однородный расплав осуществляют при температуре от 210 до 250°С.

49. Применение полиэтиленовой композиции по любому из пп. 1-21 или композиции, полученной способом по любому из пп. 22-48 в качестве композиции для получения изделий методом вспенивания.

50. Изделие, полученное методом вспенивания из композиции по любому из пп. 1-23 или композиции, полученной способом по любому из пп. 24-48.

51. Изделие по п.50, которое предоставляет собой изделие, выбранное из упаковки, кабеля, тепло- и гидроизоляции.

По доверенности