

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201892584** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2019.04.30

(22) Дата подачи заявки
2013.05.13

(51) Int. Cl. **D01D 1/10** (2006.01)
B29C 47/42 (2006.01)
B29C 47/76 (2006.01)
C08J 11/04 (2006.01)
D01F 6/42 (2006.01)

(54) **СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ ВОЛОКОН**

(31) **61/654,016; 13/721,955**

(32) **2012.05.31; 2012.12.20**

(33) **US**

(62) **201401327; 2013.05.13**

(71) Заявитель:
МОУХОК ИНДАСТРИЗ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Кларк Томас (US)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б., Мигачева Е.Л. (RU)

(57) Способ изготовления объемного непрерывного волокна для ковра, который в различных вариантах осуществления содержит: (А) измельчают повторно используемые бутылки ПЭТ в группу хлопьев; (В) промывают хлопья; (С) идентифицируют и удаляют загрязнители, включающие в себя загрязненные хлопья из группы хлопьев; (D) пропускают группу хлопьев через экструдер MRS при поддержании давления на участке MRS экструдера MRS ниже приблизительно 1,5 миллибара; (E) пропускают полученный в результате расплав полимера по меньшей мере через один фильтр, имеющий микронный уровень меньше, чем приблизительно 50 мкм; и (F) формируют из повторно используемого полимера объемное непрерывное волокно для ковра, которое состоит, по существу, из повторно используемого ПЭТ.

A1

201892584

201892584

A1

СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ ВОЛОКОН

Уровень техники

Поскольку чистый исходный полимер полиэтилентерефталат (ПЭТ) является более дорогостоящим, чем полимер ПЭТ повторной переработки, и поскольку наносится меньший урон для окружающей среды при использовании переработанного полимера, было бы желательно обеспечить возможность производства объемного непрерывного волокна для ковров из 100% полимера ПЭТ повторной переработки (например, полимера ПЭТ из бывших в употреблении бутылок ПЭТ).

Раскрытие изобретения

Способ изготовления объемного непрерывного волокна для ковров, в соответствии с конкретными вариантами осуществления, содержит: (A) предоставляют многошнековый экструдер; (B) используют систему для регулирования давления для понижения давления в многошнековом экструдере до уровня ниже приблизительно 1,8 миллибар; (C), при поддержании давления в многошнековом экструдере ниже приблизительно 1,8 миллибар, подают расплав, содержащий полимер повторной переработки, через многошнековый экструдер; и (D) после этапа пропуска расплава полимера повторной переработки через многошнековый экструдер формируют полимер повторной переработки в виде объемного непрерывного волокна для ковра. В различных вариантах осуществления многошнековый экструдер содержит: (i) первый вспомогательный червячный экструдер, содержащий первый вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси первого вспомогательного шнека; (ii) второй вспомогательный червячный экструдер, содержащий второй вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси второго вспомогательного шнека; и (iii) систему регулирования давления, которая выполнена с возможностью поддержания давления в первом и втором вспомогательных червячных экструдерах ниже приблизительно 1,8 миллибар. В конкретных вариантах осуществления, при пропуске расплава, содержащего полимер повторной переработки через многошнековый экструдер: (1) первую часть расплава пропускают через первый вспомогательный червячный экструдер; и (2) вторую часть расплава пропускают через второй вспомогательный червячный экструдер.

Экструдер для использования при формовании выдавливанием расплава полимера, в соответствии с конкретными вариантами осуществления, содержит: (1) первый вспомогательный червячный экструдер, содержащий первый вспомогательный шнек,

который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси первого вспомогательного шнека; (2) второй вспомогательный червячный экструдер, содержащий второй вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси второго вспомогательного шнека; и (3) систему регулирования давления, которая выполнена с возможностью поддержания давления внутри первого и второго вспомогательных червячных экструдеров ниже давления приблизительно 1,5 миллибара, по мере того, как расплав полимера пропускают через первый и второй червячные экструдеры.

Объемное непрерывное волокно для ковра, в соответствии с различными вариантами осуществления, состоит, по существу, из полимера повторной переработки.

Способ изготовления волокна для ковра, в соответствии с конкретными вариантами осуществления, содержит следующие этапы: (A) промывают группу полимерных хлопьев для удаления, по меньшей мере, части одного или больше загрязнителей с поверхности хлопьев, группа хлопьев, содержащая первое множество хлопьев, которое состоит, по существу, из ПЭТ, и второе множество хлопьев, которое не состоит, по существу, из ПЭТ; (B) после этапа промывки первого множества хлопьев: (i) сканируют промытую группу хлопьев для идентификации второго множества хлопьев, и (ii) отделяют второе множество хлопьев от первого множества хлопьев; (C) плавят второе множество хлопьев, для получения расплава полимера; (D) предоставляют экструдер, который выдавливает материал во множество разных выдавливаемых потоков; (E) понижают давление в экструдере до уровня ниже приблизительно 1,5 миллибара; (F) при поддержании давления в экструдере ниже приблизительно 1,5 миллибар, пропускают расплав полимера через экструдер так, что расплав полимера разделяется на множество выдавливаемых потоков, каждый из которых имеет давление ниже приблизительно 1,5 миллибара; (G) после пропуска расплава полимера через экструдер, пропускают расплав полимера, по меньшей мере, через один фильтр; и (H) после пропуска расплава полимера через фильтр, формируют полимер повторной переработки в виде объемного непрерывного волокна для ковра.

Краткое описание чертежей

После общего описания различных вариантов осуществления будет сделана ссылка на приложенные чертежи, которые не обязательно вычерчены в масштабе, и на которых:

На фиг. 1 представлен поток способа, в соответствии с конкретным вариантом осуществления, для изготовления объемного непрерывного волокна для ковра.

На фиг. 2 показан вид в перспективе экструдера MRS, который пригоден для использования в способе по фиг. 1.

На фиг. 3 показан вид в поперечном сечении примерного участка MRS экструдера MRS по фиг. 2.

На фиг. 4 представлены поток обработки, представляющий поток полимера через экструдер MRS, и система фильтрации, в соответствии с конкретным вариантом осуществления.

На фиг. 5 показана блок-схема последовательности операций способа на высоком уровне, в соответствии с различными вариантами осуществления, производства объемного непрерывного волокна для ковра.

Осуществление изобретения

Различные варианты осуществления будут более подробно описаны ниже. Следует понимать, что изобретение может быть воплощено во множестве разных форм, и его не следует рассматривать, как ограниченное представленными здесь вариантами осуществления. Скорее эти варианты осуществления предусмотрены так, что данное раскрытие будет исчерпывающим и завершенным, и будет полностью передавать объем изобретения для специалистов в данной области техники. Одинаковыми номерами обозначены одинаковые элементы на чертежах.

I. Общий обзор

Ниже описаны новые способы для изготовления волокна из полимера повторной переработки (например, полимера ПЭТ повторной переработки). В различных вариантах осуществления этот новый способ: (1) является более эффективным, чем более ранние способы удаления загрязнителей и воды с полимера повторной переработки; и/или (2) не требует, чтобы полимер был расплавлен и охлажден такой количество раз, как в более ранних способах. По меньшей мере, в одном варианте осуществления, улучшенный способ приводит к получению полимера ПЭТ повторной переработки, имеющего достаточно высокое качество полимера, чтобы полимер ПЭТ можно было использовать при производстве объемного непрерывного волокна для ковра со 100% содержанием ПЭТ повторной переработки (например, 100% из ПЭТ, полученного из ранее используемых бутылок ПЭТ). В конкретных вариантах осуществления полимер ПЭТ повторной переработки имеет собственную вязкость, по меньшей мере, приблизительно 0,79 дл/г (например, от приблизительно 0,79 дл/г и до приблизительно 1,00 дл/г).

II. Более подробное описание

Способ производства VCF (объемного непрерывного волокна), в соответствии с конкретным вариантом осуществления, в общем, может быть разделен на три этапа: (1) подготавливают хлопья из полимера ПЭТ из бутылок повторной переработки для их использования в способе; (2) пропускают эти хлопья через экструдер, который плавит

хлопья и очищает полученный в результате полимер ПЭТ; и (3) подают очищенный полимер в прядильную машину, которая вращает полимер с образованием волокна для использования при изготовлении ковров. Эти три этапа более подробно описаны ниже.

ЭТАП 1: Подготовка хлопьев полимера ПЭТ из бывших в употреблении бутылок

В конкретном варианте осуществления этап подготовки хлопьев полимера ПЭТ из бывших в употреблении бутылок содержит: (А) сортируют бутылки ПЭТ после употребления и перемалывают эти бутылки в хлопья; (В) промывают хлопья; и (С) идентифицируют и удаляют любые загрязнители или грязные хлопья.

А. Сортировка бывших в употреблении бутылок ПЭТ и перемалывание бутылок в хлопья

В конкретных вариантах осуществления тюки прозрачных и смешанных цветных бывших в употреблении бутылок ПЭТ (или других контейнеров) для повторного производства (например, “собранных по обочинам улиц”), полученных из различных учреждений, занимающихся повторной обработкой, составляют бывшие в употреблении контейнеры ПЭТ, предназначенные для использования в способе. В других вариантах осуществления источник бывших в употреблении контейнеров ПЭТ может представлять собой возвращаемые отданные в залог бутылки (например, бутылки ПЭТ, цена которых включает в себя депозит, возвращаемый клиенту, когда клиент возвращает бутылку после потребления содержимого бутылки). Собранные вдоль обочины или возвращаемые “бывшие в употреблении” или “предназначенные для переработки” контейнеры могут содержать малый уровень загрязнителей, не являющихся ПЭТ. Эти загрязнения в контейнерах могут включать в себя, например, полимерные загрязнители, не являющиеся ПЭТ (например, PVC, PLA, PP, PE, PS, PA и т.д.) металлы (например, содержащий железо и не содержащий железо металл), бумагу, картон, песок, стекло или другие нежелательные материалы, которые могут попасть внутрь собранных или возвращаемых в производство ПЭТ. Загрязнители, не являющиеся ПЭТ, могут быть удалены из требуемых компонентов ПЭТ, например, при использовании одного или больше различных способов, описанных ниже.

В конкретных вариантах осуществления компоненты меньших размеров и загрязнения (например, компоненты и загрязнения, большие чем 2 дюйма по размеру), удаляют с целых бутылок, пропуская их через вращающуюся сетку. Различные магниты для удаления металла и системы вихревых токов могут быть встроены в обработку для удаления любых металлических загрязнителей. Оптическое сортировочное оборудование, работающее в близком в инфракрасном диапазоне, такое как устройство NRT Multi Sort IR from Bulk Handling Systems Company of Eugene, Oregon, или устройство Spyder IR from

National Recovery Technologies of Nashville, Tennessee, можно использовать для удаления любых отдельных полимерных загрязнителей, которые могут быть смешаны с хлопьями ПЭТ (например, PVC, PLA, PP, PE, PS и PA). Кроме того, автоматизированное рентгеновское сортировальное оборудование, такое как устройство VINYL CYCLE производства National Recovery Technologies of Nashville, Tennessee, можно использовать для удаления оставшихся загрязнителей PVC.

В конкретных вариантах осуществления двоичная сегрегация материалов, очищенных от цветных материалов, достигается при использовании автоматизированного оборудования для сортировки цветов, оборудованного системой детектирования с камерой (например, Multisort ES machine from National Recovery Technologies of Nashville, Tennessee). В разных вариантах осуществления работающие вручную сортировщики расположены в различных местах вдоль линии для удаления загрязнений, не удаленных сортировщиком, и любых цветных бутылок. В конкретных вариантах осуществления отсортированный материал пропускают через этап грануляции (например, используя устройство 50B Granulator from Cumberland Engineering Corporation of New Berlin, Wisconsin) для уменьшения размера (например, перемалывания) бутылок до размера меньше, чем половина дюйма. В различных вариантах осуществления этикетки на бутылках удаляют с оставшихся “грязных хлопьев” (например, хлопьев ПЭТ, сформированных во время этапа грануляции), пропуская их через систему воздушного разделения перед подачей на обработку промывки.

В. Промывка хлопьев

В конкретных вариантах осуществления “грязные хлопья” затем смешивают в последовательности промывочных баков. Как часть способа промывки, в разных вариантах осуществления, используют разделение по плотности воды для разделения олефиновых крышек для бутылок (которые могут, например, присутствовать в “грязных хлопьях”, как остатки бутылок ПЭТ повторной переработки) от хлопьев ПЭТ, имеющих более высокую плотность. В конкретных вариантах осуществления хлопья промывают в каустической ванне, нагретой приблизительно до 190 градусов Фаренгейта (88°C). В конкретных вариантах осуществления концентрацию в каустической ванне поддерживают от приблизительно 0,6% до приблизительно 1,2% гидроокиси натрия. В разных вариантах осуществления мыльные поверхностно-активные вещества, а также агенты, устраняющие пенообразование, добавляют в каустическую ванну, например, для дополнительного усиления разделения и очистки хлопьев. Система двойной промывки затем вымывает каустик из хлопьев.

В разных вариантах осуществления хлопья подвергаются обработке центрифугой

для удаления воды и затем сушат горячим воздухом для, по меньшей мере, существенного удаления какой-либо влаги с поверхности. Полученные в результате “чистые хлопья” затем обрабатывают, пропуская через систему электростатического разделения (например, электростатический сепаратор производства Carpc, Inc. of Jacksonville, Florida) и систему детектирования металла в хлопьях (например, MSS Metal Sorting System), для дальнейшего удаления каких-либо металлических загрязнителей, которые остаются в хлопьях. В конкретных вариантах осуществления этап разделения воздуха удаляет любые остатки этикеток с чистых хлопьев. В разных вариантах осуществления хлопья затем пропускают через этап сортировки цвета хлопьев (например, используя устройство OPTIMIX from TSM Control Systems of Dundalk, Ireland) для удаления любых остатков цветных загрязнителей, остающихся на хлопьях. В различных вариантах осуществления электрооптический сортировщик хлопьев, основанный, по меньшей мере, частично на рамановской технологии (например, Powersort 200 from Unisensor Sensorsysteme GmbH Karlsruhe, Germany), выполняет конечное разделение полимера для удаления любых полимеров, не являющихся ПЭТ, остающихся в хлопьях. На этом этапе также можно дополнительно удалять любые остающиеся металлические загрязнители и загрязнители цвета.

В разных вариантах осуществления комбинация этих этапов позволяет получить, по существу, чистые (например, чистые) хлопья бутылок ПЭТ, содержащие меньше чем приблизительно 50 частей на миллион PVC (например, 25 промилле PVC), и меньше чем приблизительно 15 частей на миллион металлов, для использования в последующей обработке выдавливания, описанной ниже.

С. Идентификация и удаление загрязнителей и грязных хлопьев

В конкретных вариантах осуществления, после промывки хлопьев, их подают на конвейер и сканируют, используя высокоскоростную лазерную систему 300. В разных вариантах осуществления определенные лазеры, которые составляют высокоскоростную лазерную систему 300, устанавливают с возможностью детектирования присутствия определенных загрязнителей (например, PVC или алюминия). Хлопья, которые были идентифицированы, как не состоящие, по существу, из ПЭТ, могут выдуться из основного потока хлопьев струями воздуха. В разных вариантах осуществления получаемый в результате уровень хлопьев, не являющихся ПЭТ, составляет меньше чем 25 промилле.

В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью обеспечивать то, что полимер ПЭТ, перерабатываемый в волокно, по существу, не содержит воду (например, полностью не содержит воду). В конкретном варианте

осуществления хлопья помещают в устройство предварительного кондиционирования на период от приблизительно 20 до приблизительно 40 минут (например, приблизительно на 30 минут), в течение которых устройство предварительного кондиционирования сдувает воду с поверхности хлопьев. В конкретных вариантах осуществления вода остается в промежутках между хлопьями. В разных вариантах осуществления такие "влажные" хлопья (например, хлопья, содержащие воду в промежутках между ними), могут затем попасть в экструдер (например, как описано на этапе 2, представленном ниже), который включает в себя вакуумный этап, предназначенный для удаления (помимо прочего) воды из промежутков, которая остается в хлопьях после быстрой обработки и сушки, описанной выше.

ЭТАП 2: Использование экструзионной системы для плавления и очистки хлопьев ПЭТ

В конкретных вариантах осуществления экструдер используют для преобразования влажных хлопьев, описанных выше, в расплавленный полимер ПЭТ для повторного производства и для выполнения множества способов очистки для подготовки полимера, для преобразования его в объемное непрерывное волокно BCF для ковра. Как отмечено выше, в разных вариантах осуществления, после завершения ЭТАПА 1 полимерные хлопья ПЭТ для повторного производства являются влажными (например, поверхностная вода, по существу, удалена (например, полностью удалена) из хлопьев, но промежуточная вода остается между хлопьями). В конкретных вариантах осуществления эти влажные хлопья подают в экструдер 400 с множеством вращающихся шнеков ("MRS"). В других вариантах осуществления влажные хлопья подают в любой другой соответствующий экструдер (например, двушнековый экструдер, экструдер с множеством червячных шнеков, планетарный экструдер, или любую другую соответствующую систему экструдера). Пример экструдера 400 MRS показан на фиг. 2 и 3. Конкретный пример такого экструдера MRS описан в опубликованной заявке на патент США 2005/0047267, под названием "Extruder for Producing Molten Plastic Materials", которая была опубликована 3 марта 2005 г., и которая представлена здесь по ссылке.

На этом чертеже следует понимать, что в конкретных вариантах осуществления экструдер MRS включает в себя первый участок 410 одношнекового экструдера, предназначенный для подачи материала на участок 420 MRS, и второй участок 440 одношнекового экструдера, предназначенный для транспортировки материала из участка MRS.

В различных вариантах осуществления влажные хлопья подают непосредственно в экструдер 400 MRS, по существу, немедленно (например, сразу же) после этапа

промывки, описанного выше (например, без сушки хлопьев, или обеспечения возможности высыхания хлопьев). В конкретных вариантах осуществления система, которая подает влажные хлопья непосредственно в экструдер 400 MRS, по существу, немедленно (например, сразу же) следует после этапа промывки, описанного выше, может потреблять приблизительно на 20% меньше энергии, чем система, которая, по существу, полностью предварительно высушивает хлопья перед экструзией (например, система, которая предварительно высушивает хлопья, пропуская горячий воздух через влажные хлопья в течение длительного периода времени). В разных вариантах осуществления система, которая подает влажные хлопья непосредственно в экструдер 400 MRS, по существу немедленно (например, сразу же) после этапа промывки, описанного выше, исключает необходимость ожидать период времени (например, вплоть до восьми часов), который обычно требуется для полной сушки хлопьев (например, удаления всей поверхностной и промежуточной воды между хлопьями).

На фиг. 4 представлен поток обработки, который иллюстрирует различную обработку, выполняемую экструдером 400 MRS в конкретном варианте осуществления. В представленном на этом чертеже варианте осуществления, влажные хлопья вначале пропускают через первый участок 410 одношнекового экструдера в экструдере MRS, который может, например, генерировать достаточно тепла (например, в результате сдвига) для того, чтобы, по меньшей мере, по существу, расплавить (например, плавить) влажные хлопья.

Полученный в результате расплав полимера (например, содержащий расплавленные хлопья), в разных вариантах осуществления, затем подают в участок 420 MRS экструдера, на котором экструдер разделяет расплавленный поток на множество разных потоков (например, 4, 6, 8 или больше потоков) через множество открытых камер. На фиг. 3 детально показан вид с разрезом участка 420 MRS, в соответствии с конкретным вариантом осуществления. В конкретных вариантах осуществления, таких как вариант осуществления, показанный на этом чертеже, на участке 420 MRS поток расплава разделяют на восемь разных потоков, которые затем подают через восемь вспомогательных шнеков 425А-Н. Как может быть понятно из фиг. 2, в конкретных вариантах осуществления, такие вспомогательные шнеки расположены, по существу, параллельно (например, параллельно) друг другу и оси первичного шнека устройства 400 MRS.

На участке 420 MRS, в различных вариантах осуществления, вспомогательные шнеки 425А-Н могут, например, вращаться быстрее, чем (например, приблизительно в четыре раза быстрее, чем) в предыдущих системах. Как показано на фиг. 3, в конкретных

вариантах осуществления: (1) вспомогательные шнеки 425А-Н расположены в пределах одношнекового барабана 428, который выполнен с возможностью вращения вокруг его центральной оси; и (2) вспомогательные шнеки 425А-Н, выполнены с возможностью вращения в направлении, которое противоположно направлению, в котором вращается одношнековый барабан 428. В разных других вариантах осуществления вспомогательные шнеки 425А-Н и одношнековый барабан 428 вращаются в одном и том же направлении. В конкретных вариантах осуществления во вращении вспомогательные шнеки 425А-Н приводятся с помощью кольцевого зубчатого колеса. Кроме того, в разных вариантах осуществления одношнековый барабан 428 вращается приблизительно в четыре раза быстрее, чем каждый отдельный вспомогательный шнек 425А-Н. В определенных вариантах осуществления вспомогательный шнек 425А-Н вращается, по существу, аналогично (например, с такой же) скоростью.

В разных вариантах осуществления, следует понимать, что на фиг. 4, вспомогательные шнеки 425А-Н установлены в соответствующих цилиндрах экструдера, которые могут, например, быть приблизительно на 30% открыты во внешнюю камеру участка 420 MRS. В конкретных вариантах осуществления вращение вспомогательных шнеков 425А-Н и одношнекового барабана 428 увеличивает поверхностный обмен расплавленного полимера (например, раскрывает большую площадь поверхности расплавленного полимера в открытую камеру, чем в предыдущих системах). В разных вариантах осуществления участок 420 MRS формирует площадь поверхности расплава, которая, например, от приблизительно в двадцать до приблизительно в тридцать раз больше, чем площадь поверхности расплава, формируемая при одновременном вращении двушнекового экструдера. В конкретном варианте осуществления участок 420 MRS формирует площадь поверхности расплава, которая, например, приблизительно в двадцать пять раз больше, чем площадь поверхности расплава, формируемая при одновременном вращении двушнекового экструдера.

В различных вариантах осуществления участок 420 MRS экструдера RS оборудован вакуумным насосом 430, который установлен на участке 422 приложения вакуума участка 420 MRS таким образом, что вакуумный насос 430 сообщается с внутренним участком MRS через соответствующее отверстие 424 в корпусе участка MRS. В еще одних других вариантах осуществления участок 420 MRS оборудован последовательностью вакуумных насосов. В конкретных вариантах осуществления вакуумный насос 430 выполнен с возможностью снижения давления внутри внутреннего участка 420 MRS до давления, которое составляет от приблизительно 0,5 миллибар и до приблизительно 5 миллибар. В конкретных вариантах осуществления вакуумный насос

430 выполнен с возможностью уменьшения давления на участке 420 MRS до уровня ниже, чем приблизительно 1,5 миллибара (например, приблизительно 1 миллибар или меньше). Вакуум низкого давления, образуемый вакуумным насосом 430 на участке 420 MRS, может удалять, например: (1) летучие органические вещества, присутствующие в расплавленном полимере, по мере того, как расплавленный полимер протекает через участок 420 MRS; и/или (2), по меньшей мере, часть любой промежуточной воды, которая присутствовала на влажных хлопьях, когда влажные хлопья попадают в экструдер 400 MRS. В разных вариантах осуществления вакуум низкого давления удаляет, по существу, всю (например, всю) воду и загрязнения из потока полимера.

В конкретном примере вакуумный насос 430 содержит три механических вакуумных насоса с вращающимися поршнями (например, установленными последовательно), для уменьшения давления в камере до соответствующего уровня (например, до давления приблизительно 1,0 миллибар). В других вариантах осуществления, вместо компоновки с тремя механическими вакуумными насосами с вращающимися поршнями, описанной выше, вакуумный насос 430 включает в себя струйный вакуумный насос, установленный на экструдере MRS. В разных вариантах осуществления струйный вакуумный насос выполнен с возможностью достижения давления приблизительно 1 миллибар внутри участка 420 MRS, и практически таких же результатов, описанных выше, в отношении остаточной собственной вязкости расплава полимера. В различных вариантах осуществления, использование струйного вакуумного насоса может быть предпочтительным, поскольку струйные вакуумные насосы работают на пару и, поэтому, по существу, являются самоочищающимися (например, самоочищающимися), уменьшая, таким образом, затраты на техническое обслуживание, по сравнению с механическими насосами с вращающимися поршнями (которые могут, например, потребовать многократной очистки, из-за летучих компонентов, поступающих и конденсирующихся на поршнях насоса). В конкретном варианте осуществления вакуумный насос 430 представляет собой струйный вакуумный насос, изготовленный Arguma GmbH Bergheim, Germany.

В конкретных вариантах осуществления, после того, как расплавленный полимер протечет через участок 420 MRS с множеством потоков, потоки расплавленного полимера повторно объединяют, и они протекают во второй участок 440 экструдера MRS с одним шнеком. В разных вариантах осуществления один поток расплавленного полимера затем протекает через систему 450 фильтрации, которая включает в себя, по меньшей мере, один фильтр. В конкретном варианте осуществления система 450 фильтрации включает в себя два уровня фильтрации (например, сетчатый фильтр 40 микрон, после которого следует

сетчатый фильтр 25 микрон). Хотя в разных вариантах осуществления воду и летучие органические загрязнители удаляют во время вакуумного способа, как описано выше, загрязнения в виде частиц, такие как, например, частицы алюминия, песка, грязи и другие загрязнители могут оставаться в расплаве полимера. Таким образом, этот этап фильтрации может быть предпочтительным при удалении загрязнений в виде частиц (например, загрязнений в виде частиц, которые не были удалены на участке 420 MRS).

В конкретных вариантах осуществления датчик 460 вязкости (см. фиг. 4) используется для определения вязкости расплава потока расплавленного полимера, который протекает по своему каналу через систему 450 фильтрации. В различных вариантах осуществления датчик 460 вязкости измеряет вязкость расплава потока, например, путем измерения падения давления потока через известную площадь. В конкретных вариантах осуществления, в ответ на измерение собственной вязкости потока, которая ниже заданного уровня (например, ниже приблизительно 0,8 г/дл), система может: (1) отбрасывать часть потока с низкой собственной вязкостью; и/или (2) понижает давление на участке 420 MRS для достижения более высокой собственной вязкости расплава полимера. В конкретных вариантах осуществления снижение давления на участке 420 MRS выполняется, по существу, автоматически (например, автоматически), используя датчик вязкости в контуре управления обратной связи под управлением компьютера с вакуумным участком 430.

В конкретных вариантах осуществления, удаление воды и загрязнителей из полимера улучшает собственную вязкость повторно используемого полимера ПЭТ, благодаря чему обеспечивается возможность повторного соединения цепи полимера в полимере, и увеличение длины цепи. В конкретных вариантах осуществления, после прохода через участок 420 MRS с установленным вакуумным насосом 430, расплав полимера повторной переработки имеет собственную вязкость, по меньшей мере, приблизительно 0,79 дл/г (например, от приблизительно 0,79 дл/г до приблизительно 1,00 дл/г). В конкретных вариантах осуществления проход через участок 420 MRS низкого давления очищает расплав полимера повторной переработки (например, путем удаления загрязнителей и промежуточной воды) и делает полимер повторной переработки, по существу, структурно аналогичным (например, структурно таким же, как) чистый исходный полимер ПЭТ. В конкретных вариантах осуществления вода, удаляемая с помощью вакуума, включает в себя, как воду, использовавшуюся для промывки, которая использовалась для очистки повторно используемых бутылок ПЭТ, как описано выше, так и непрореагировавшую воду, генерируемую при расплаве полимера ПЭТ в одношнековом нагревателе 410 (например, промежуточную воду). В конкретных вариантах

осуществления большая часть воды, присутствующей в полимере, представляет собой воду для промывки, но некоторый процент может представлять собой непрореагировавшую воду.

В конкретных вариантах осуществления полученный в результате полимер представляет собой повторно используемый полимер ПЭТ (например, получаемый на 100% из продукта ПЭТ повторной переработки, таких как бутылки или контейнеры ПЭТ), имеющий качество полимера, которое соответствует для использования при изготовлении волокна ПЭТ для ковров, используя, по существу, только (например, только) ПЭТ из повторно используемых продуктов ПЭТ.

ЭТАП 3: Очищенный полимер ПЭТ, подаваемый в прядильную машину для скручивания в пряжу для ковров

В конкретных вариантах осуществления, после экструзии повторного используемого полимера ПЭТ и его очистки в описанном выше способе экструзии, получаемый в результате расплавленный повторно используемый полимер ПЭТ подают непосредственно в машину 500 BCF (или в "прядильную машину"), которая выполнена с возможностью скручивания расплавленного полимера в виде объемного непрерывного волокна. Например, в разных вариантах осуществления, выход из экструдера 400 MRS подключен, по существу, напрямую (например, непосредственно) к входу прядильной машины 500 таким образом, что расплавленный полимер из экструдера подают непосредственно в прядильную машину 500. Этот способ может быть предпочтительным, поскольку расплавленный полимер не обязательно может, в определенных вариантах осуществления, охлаждаться в виде шариков после экструзии (как потребовалось бы, если бы повторно используемый полимер смешивали с исходным полимером ПЭТ). В конкретных вариантах осуществления, отсутствие охлаждения повторного используемого расплавленного полимера с формированием шариков используется для исключения потенциального разрыва цепей в полимере, что может понизить собственную вязкость полимера.

В конкретных вариантах осуществления прядильная машина 500 выдавливает расплавленный полимер через малые отверстия в фильерной пластине для получения волокна для пряжи ковра из полимера. В конкретных вариантах осуществления расплавленный повторно используемый полимер ПЭТ остывает после выхода через фильерную пластину. Пряжу для ковра затем захватывают роликами и, в конечном итоге, скручивают в волокна, которые используются для получения ковра. В разных вариантах осуществления пряжа для ковра, формируемая прядильной машиной 500, может иметь тягучесть от приблизительно 3 грамм силы на единицу денье (гс/дэн) до приблизительно 9

гс/дэн. В конкретных вариантах осуществления получаемая в результате пряжа для ковра обладает тягучестью, по меньшей мере, приблизительно 3 гс/дэн.

В конкретных вариантах осуществления прядильная машина 500, используемая в способе, описанном выше, представляет собой прядильную машину Sytec One, изготовленную Oerlika Neumag of Neumuenster, Germany. Машина Sytec One может, в частности, быть выполнена с возможностью обработки трудных для обработки волокон, таких как нейлон, или волокон, окрашенных в растворе, где волокна проявляют тенденцию разрыва во время обработки. В разных вариантах осуществления машина Sytec One поддерживает волокна после фильерной пластины настолько прямыми, насколько это возможно, использует только одну линию прядения, и разработана с возможностью быстрой установки нитей в случае разрыва нитей.

Хотя в описанном выше примере описано использование прядильной машины Sytec One для производства нитей, составляющих пряжу для ковров из полимера, следует понимать, что может использоваться любая другая прядильная машина. Такие прядильные машины могут включать в себя, например, любые соответствующие прядильные машины с одной линией прядения или тремя линиями прядения, производства Oerlika Neumag of of Neumuenster, Germany или любой другой компании.

В различных вариантах осуществления улучшенная прочность повторно используемого полимера ПЭТ, генерируемого, используя способ, описанный выше, позволяет его обрабатывать с более высокими скоростями в прядильной машине 500, чем было бы возможно, используя чистый исходный полимер ПЭТ. Это может позволить использовать более высокие скорости обработки, чем возможно при использовании исходного полимера ПЭТ.

Сущность примерной обработки

На фиг. 5 на высоком уровне представлена сущность способа изготовления объемного непрерывного волокна, описанного выше. Как показано на чертеже, способ начинается на этапе 602, когда повторно используемые бутылки ПЭТ измельчают с получением группы хлопьев. Затем, на этапе 604, группу хлопьев промывают для удаления загрязнителей с соответствующих внешних поверхностей хлопьев. Затем, на этапе 606, группу хлопьев сканируют (например, используя один или больше способов, описанных выше) для идентификации загрязнителей, включая в себя грязные хлопья. Эти загрязнители и грязные хлопья затем удаляют из группы хлопьев.

Затем, на этапе 608, группу хлопьев пропускают через экструдер MRS, при поддержании давления на участке MRS экструдера ниже приблизительно 1,5 миллибара. На этапе 610, получаемый в результате расплав полимера пропускают через, по меньшей

мере, один фильтр, имеющий микронный уровень меньше, чем приблизительно 50 микрон. В конечном итоге, на этапе 612, повторно используемый полимер формируют в виде объемного непрерывного волокна для ковра, которое можно использовать при производстве ковра. Способ затем заканчивается на этапе 614.

Альтернативные варианты осуществления

В конкретных вариантах осуществления система может содержать альтернативные компоненты или может выполнять альтернативные способы для производства, по существу, непрерывного BCF из 100% повторно используемого ПЭТ или другого повторно используемого полимера. Примерные альтернативы описаны ниже.

Экструзионная система, не являющаяся MRS

В конкретных вариантах осуществления в способе может использоваться система экструзии потока полимера другого типа, чем экструдер MRS, описанный выше. Альтернативная экструзионная система может включать в себя, например, двушнековый экструдер, многошнековый экструдер, планетарный экструдер, или может представлять собой любую другую соответствующую экструзионную систему. В конкретном варианте осуществления обработка может включать в себя множество в любой комбинации любых соответствующих экструдеров с коническими шнеками (например, четыре двушнековых экструдера, три многошнековых экструдера и т.д.).

Изготовление волокна для ковра из 100% повторно используемого ковра

В конкретных вариантах осуществления обработка, описанная выше, может быть выполнена с возможностью обработки и подготовки старого ковра (или любого соответствующего продукта, бывшего в употреблении) для получения нового волокна для ковра, содержащего 100% повторно используемый ковер. В таких вариантах осуществления обработка может начинаться с измельчения и промывки повторно используемого ковра, вместо повторно используемых бутылок ПЭТ. В разных вариантах осуществления, в случае, когда старый ковер преобразуют в новое волокно для ковра, содержащее 100% повторно используемый ковер, обработка может содержать дополнительные этапы по удалению дополнительных материалов или загрязнителей, которые могут присутствовать в повторно используемом ковре, которые могут не присутствовать в повторно используемых бутылках ПЭТ (например, подкладка ковра, клеящее вещество и т.д.).

Другие источники повторно используемого ПЭТ

В разных вариантах осуществления описанная выше обработка выполняется с возможностью обработки повторно используемого ПЭТ из любого соответствующего источника (например, других источников, кроме повторно используемых бутылок или

ковра) для получения нового волокна для ковра, содержащего 100% повторно используемого ПЭТ.

Заключение

Множество модификаций и других вариантов осуществления изобретения будут понятны для специалиста в данной области техники, к которому может иметь отношение данное изобретение, имеющее преимущество описания, представленного в представленном выше описании и на приложенных чертежах. Например, хотя вакуумная система, описанная выше, описана как выполненная с возможностью поддержания давления в открытых камерах экструдера MRS на уровне приблизительно 1 мбар, в других вариантах осуществления вакуумная система может быть выполнена с возможностью поддержания давления в открытых камерах экструдера MRS на уровне давления, больше чем или меньше чем 1 мбар. Например, вакуумная система может быть выполнена с возможностью поддержания такого давления на уровне от приблизительно 0,5 мбар и до приблизительно 1,2 мбар.

Аналогично, хотя различные варианты осуществления систем, описанные выше, могут быть адаптированы для получения волокна для ковра из, по существу, только из повторно используемого ПЭТ (таким образом, что получаемое в результате волокно для ковра могло бы содержать, состоять из и/или состоять, по существу, из повторно используемого ПЭТ), в других вариантах осуществления система может быть выполнена с возможностью производства волокна для ковра, используя комбинацию повторно используемого ПЭТ и исходного ПЭТ. Получаемое в результате волокно для ковра может, например, содержать, состоять из и/или состоять, по существу, из от приблизительно 80% и до приблизительно 100% повторно используемого ПЭТ, и от приблизительно 0% и до приблизительно 20% исходного ПЭТ.

Кроме того, хотя разные варианты осуществления описаны выше в отношении производства волокна для ковра из ПЭТ, аналогичные технологии могут использоваться для производства волокна для ковра из других полимеров. Аналогично, в то время как разные варианты осуществления описаны выше в отношении производства волокна для ковра из ПЭТ, аналогичные технологии могут использоваться для производства других продуктов из ПЭТ или других полимеров.

Кроме того, следует понимать, что в различных вариантах осуществления могут быть исключены любые из этапов, описанных выше, или могут быть добавлены дополнительные этапы.

Учитывая представленное выше, следует понимать, что изобретение не ограничено конкретными раскрытыми вариантами осуществления, и что модификации и другие

варианты осуществления предназначены для включения в пределы объема приложенной формулы изобретения. Хотя конкретные термины используются здесь, они используются, только как обобщенные и описывающие смысл, а не с целью ограничения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления объемного непрерывного волокна для ковра, в котором:

(А) обеспечивают наличие многошнекового экструдера, который содержит:

корпус многошнекового экструдера, который образует по меньшей мере шесть цилиндров для вспомогательного шнека;

по меньшей мере шесть вспомогательных шнеков, каждый из которых установлен в соответствующем одном из упомянутых по меньшей мере шести цилиндров для вспомогательного шнека и каждый из которых установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси каждого из упомянутых по меньшей мере шести вспомогательных шнеков; и

систему регулирования давления, которая выполнена с возможностью поддержания давления в каждом из упомянутых соответствующих цилиндров для вспомогательного шнека между приблизительно 0,5 миллибар и приблизительно 5 миллибар;

(Б) используют упомянутую систему регулирования давления, чтобы понизить давление в пределах упомянутых по меньшей мере шести цилиндров для вспомогательного шнека между приблизительно 0,5 миллибар и приблизительно 5 миллибар;

(В) при поддержании упомянутого давления в упомянутых по меньшей мере шести цилиндрах для вспомогательного шнека между приблизительно 0,5 миллибар и приблизительно 5 миллибар пропускают расплав, содержащий полимер повторной переработки, через упомянутый многошнековый экструдер таким образом, что по меньшей мере часть упомянутого расплава протекает через каждый из упомянутых по меньшей мере шести вспомогательных шнеков; и

(Г) после упомянутого этапа пропускания упомянутого расплава полимера повторной переработки через упомянутый многошнековый экструдер, формируют упомянутый полимер повторной переработки в виде объемного непрерывного волокна для ковра.

2. Способ по п. 1, в котором упомянутый многошнековый экструдер содержит систему держателя вспомогательного шнека, которая выполнена с возможностью вращения упомянутых по меньшей мере шести вспомогательных шнеков вокруг основной оси, которая по существу параллельна каждой соответствующей центральной оси каждого из упомянутых по меньшей мере шести вспомогательных шнеков.

3. Способ по п. 2, в котором упомянутая система регулирования давления содержит вакуумный насос, который сообщается с внутренней камерой упомянутого корпуса

многошнекового экструдера.

4. Способ по п. 3, в котором упомянутый этап пропускания упомянутого расплава полимера повторной переработки через упомянутый многошнековый экструдер выполняют в то время, как упомянутые по меньшей мере шесть вспомогательных шнеков орбитально вращаются вокруг упомянутой основной оси посредством упомянутой системы держателя вспомогательного шнека.

5. Способ по п. 4, который дополнительно включает этап, на котором используют упомянутую систему регулирования давления, чтобы понизить давление в пределах упомянутых по меньшей мере шести цилиндров для вспомогательного шнека между приблизительно 1 миллибар и приблизительно 3 миллибар.

6. Способ по п. 5, в котором:

упомянутый корпус многошнекового экструдера образует по меньшей мере восемь цилиндров для вспомогательного шнека;

упомянутый многошнековый экструдер дополнительно содержит по меньшей мере восемь вспомогательных шнеков, каждый из которых установлен в соответствующем одном из упомянутых по меньшей мере восьми цилиндров для вспомогательного шнека и каждый из которых установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси каждого из упомянутых по меньшей мере восьми вспомогательных шнеков;

упомянутая система регулирования давления выполнена с возможностью поддержания давления в каждом из упомянутых соответствующих по меньшей мере восьми цилиндров для вспомогательного шнека между приблизительно 1 миллибар и приблизительно 3 миллибар; и

упомянутый метод дополнительно включает в себя этапы, на которых:

используют упомянутую систему регулирования давления, чтобы понизить давление в пределах упомянутых по меньшей мере восьми цилиндров для вспомогательного шнека между приблизительно 1 миллибар и приблизительно 3 миллибар;

при поддержании упомянутого давления в упомянутых по меньшей мере восьми цилиндрах для вспомогательного шнека между приблизительно 1 миллибар и приблизительно 3 миллибар пропускают упомянутый расплав, содержащий полимер повторной переработки, через упомянутый многошнековый экструдер таким образом, что по меньшей мере часть упомянутого расплава протекает через каждый из упомянутых по меньшей мере восьми вспомогательных шнеков; и

после упомянутого этапа пропускания упомянутого расплава полимера повторной переработки через упомянутый многошнековый экструдер, формируют упомянутый

полимер повторной переработки в виде объемного непрерывного волокна для ковра.

7. Способ по п. 6, в котором:

упомянутый многошнековый экструдер содержит участок приложения вакуума;

упомянутый многошнековый экструдер образует отверстие между упомянутым участком приложения давления и упомянутой внутренней камерой упомянутого корпуса многошнекового экструдера;

упомянутый вакуумный насос присоединен к упомянутому участку приложения вакуума таким образом, что упомянутый вакуумный насос сообщается с внутренней камерой упомянутого многошнекового экструдера посредством упомянутого отверстия.

8. Способ по п. 7, в котором упомянутые по меньшей мере восемь цилиндров для вспомогательного шнека приблизительно на 30% открыты во внутреннюю камеру упомянутого многошнекового экструдера.

9. Способ по п. 8, дополнительно включающий в себя, перед этапом формирования упомянутого полимера повторной переработки в виде объемного непрерывного волокна для ковра, этап, на котором:

используют датчик вязкости для определения, находится ли собственная вязкость, по меньшей мере, части упомянутого расплава полимера повторной переработки в пределах заданного диапазона; и

в ответ на определение, что упомянутая собственная вязкость не находится в пределах заданного диапазона, регулируют упомянутую систему регулирования давления для снижения упомянутого давления внутри упомянутого многошнекового экструдера.

10. Способ по п. 1, дополнительно включающий в себя этапы, на которых:

обеспечивают наличие множества хлопьев, состоящих, по существу, из ПЭТ повторной обработки;

промывают упомянутое множество хлопьев;

сушат упомянутое множество хлопьев для удаления, по меньшей мере существенно, любой поверхностной влаги из упомянутого множества хлопьев; и

по меньшей мере частично расплавляют упомянутое множество полимерных хлопьев для образования расплава из полимера повторной обработки.

11. Способ изготовления объемного непрерывного волокна для ковра, в котором:

(А) обеспечивают наличие множества полимерных хлопьев, содержащих полиэтилентерефталат повторной обработки;

(Б) промывают упомянутое множество полимерных хлопьев;

(В) сушат упомянутое множество хлопьев для удаления, по меньшей мере существенно, любой поверхностной влаги из упомянутого множества хлопьев;

(Г) по меньшей мере частично расплавляют упомянутое множество полимерных хлопьев для образования расплава из полимера повторной обработки;

(Д) обеспечивают наличие многошнекового экструдера, который образует внутреннюю камеру и содержит:

(i) первый вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси упомянутого первого вспомогательного шнека;

(ii) второй вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси упомянутого второго вспомогательного шнека;

(iii) третий вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси упомянутого третьего вспомогательного шнека;

(iv) четвертый вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси упомянутого четвертого вспомогательного шнека;

(v) пятый вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси упомянутого пятого вспомогательного шнека;

(vi) шестой вспомогательный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси упомянутого шестого вспомогательного шнека;

(Е) обеспечивают наличие по меньшей мере одного вакуумного насоса, который оперативно сообщается с упомянутой внутренней камерой упомянутого многошнекового экструдера и выполнен с возможностью поддержания давления внутри упомянутой внутренней камеры упомянутого многошнекового экструдера между приблизительно 0 миллибар и приблизительно 5 миллибар;

(Ж) используют упомянутый по меньшей мере один вакуумный насос для снижения упомянутого давления внутри упомянутой внутренней камеры упомянутого многошнекового экструдера между приблизительно 0 миллибар и приблизительно 5 миллибар;

(З) при поддержании упомянутого давления внутри упомянутой внутренней камеры упомянутого многошнекового экструдера между приблизительно 0 миллибар и приблизительно 5 миллибар пропускают расплав, содержащий полимер повторной переработки, через упомянутый многошнековый экструдер таким образом, что: (1) первая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый первый вспомогательный шнек; (2) вторая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый второй вспомогательный шнек; (3) третья часть упомянутого расплава протекает через упомянутый третий вспомогательный шнек; (4) четвертая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый четвертый вспомогательный шнек; (5) пятая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый пятый вспомогательный шнек; и (6)

шестая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый шестой вспомогательный шнек;

и

(Г) после упомянутого этапа пропускания упомянутого расплава полимера повторной переработки через упомянутый многошнековый экструдер, формируют упомянутый полимер повторной переработки в виде объемного непрерывного волокна для ковра.

12. Способ по п. 11, в котором упомянутое объемное непрерывное волокно для ковра состоит, по существу, из полиэтилентерефталата.

13. Способ по п. 11, в котором во время осуществления упомянутого этапа пропускания упомянутого расплава, содержащего полимер повторной переработки, через упомянутый многошнековый экструдер, на котором: (1) первая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый первый вспомогательный шнек; (2) вторая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый второй вспомогательный шнек; (3) третья часть упомянутого расплава протекает через упомянутый третий вспомогательный шнек; (4) четвертая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый четвертый вспомогательный шнек; (5) пятая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый пятый вспомогательный шнек; и (6) шестая часть упомянутого расплава протекает через упомянутый шестой вспомогательный шнек, происходит удаление, по существу, всей воды и всех загрязнителей из упомянутого расплава.

14. Способ по п. 11, в котором упомянутый многошнековый экструдер содержит систему держателя вспомогательного шнека, которая выполнена с возможностью вращения первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого вспомогательных шнеков вокруг основной оси, которая по существу параллельна: (а) упомянутой центральной оси упомянутого первого вспомогательного шнека; (б) упомянутой центральной оси упомянутого второго вспомогательного шнека; (в) упомянутой центральной оси упомянутого третьего вспомогательного шнека; (г) упомянутой центральной оси упомянутого четвертого вспомогательного шнека; (д) упомянутой центральной оси упомянутого пятого вспомогательного шнека; и (е) упомянутой центральной оси упомянутого шестого вспомогательного шнека.

15. Способ по п. 14, в котором упомянутый этап пропускания упомянутого расплава полимера повторной переработки через упомянутый многошнековый экструдер выполняют в то время, как упомянутые первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой вспомогательные шнеки орбитально вращаются вокруг упомянутой основной оси.

16. Способ по п. 15, в котором:

упомянутая система держателя вспомогательного шнека содержит барабан, который выполнен с возможностью вращения вокруг упомянутой основной оси;

упомянутый барабан образует первый цилиндр для шнека, имеющий центральную ось, которая, по существу, параллельна упомянутой основной оси;

упомянутый барабан образует второй цилиндр для шнека, имеющий центральную ось, которая, по существу, параллельна упомянутой основной оси;

упомянутый барабан образует третий цилиндр для шнека, имеющий центральную ось, которая, по существу, параллельна упомянутой основной оси;

упомянутый барабан образует четвертый цилиндр для шнека, имеющий центральную ось, которая, по существу, параллельна упомянутой основной оси;

упомянутый барабан образует пятый цилиндр для шнека, имеющий центральную ось, которая, по существу, параллельна упомянутой основной оси;

упомянутый барабан образует шестой цилиндр для шнека, имеющий центральную ось, которая, по существу, параллельна упомянутой основной оси;

при этом первый вспомогательный шнек установлен с возможностью вращения в упомянутом первом цилиндре для шнека;

упомянутый второй вспомогательный шнек установлен с возможностью вращения в упомянутом втором цилиндре для шнека;

упомянутый третий вспомогательный шнек установлен с возможностью вращения в упомянутом третьем цилиндре для шнека;

упомянутый четвертый вспомогательный шнек установлен с возможностью вращения в упомянутом четвертом цилиндре для шнека;

упомянутый пятый вспомогательный шнек установлен с возможностью вращения в упомянутом пятом цилиндре для шнека; и

упомянутый шестой вспомогательный шнек установлен с возможностью вращения в упомянутом шестом цилиндре для шнека.

17. Способ по п. 16, в котором, после этапа пропускания упомянутого расплава, содержащего полимер повторной переработки, через упомянутый многошнековый экструдер, упомянутый расплав имеет собственную вязкость от приблизительно 0,79 дл/г и до приблизительно 1,00 дл/г.

18. Способ изготовления объемного непрерывного волокна для ковra, включающий в себя следующие этапы, на которых:

(А) промывают группу полимерных хлопьев для удаления, по меньшей мере, части одного или больше загрязнителей с поверхности упомянутых хлопьев, при этом упомянутая группа хлопьев содержит первое множество хлопьев, которое состоит, по

существу, из ПЭТ, и второе множество хлопьев, которое не состоит, по существу, из ПЭТ;

(Б) после упомянутого этапа промывки упомянутого первого множества хлопьев:

(i) сканируют промытую группу хлопьев для идентификации упомянутого второго множества хлопьев, и

(ii) отделяют упомянутое второе множество хлопьев от упомянутого первого множества хлопьев;

(В) после отделения упомянутого второго множества хлопьев от упомянутого первого множества хлопьев плавят упомянутое первое множество хлопьев для получения расплава полимера;

(Г) обеспечивают наличие многошнекового экструдера, который выдавливает материал во множество разных выдавливаемых потоков;

(Д) понижают давление в многошнековом экструдере до уровня между приблизительно 0 миллибар и приблизительно 5 миллибар;

(Е) при поддержании упомянутого давления в упомянутом многошнековом экструдере между приблизительно 0 миллибар и приблизительно 5 миллибар, пропускают упомянутый расплав полимера через упомянутый многошнековый экструдер так, что упомянутый расплав полимера разделяется на по меньшей мере восемь выдавливаемых потоков, каждый из которых имеет давление между приблизительно 0 миллибар и приблизительно 1,5 миллибар;

(Ж) после пропускания упомянутого расплава полимера через упомянутый многошнековый экструдер формируют упомянутый расплав полимера в виде объемного непрерывного волокна для ковра.

19. Способ по п. 18, в котором упомянутый многошнековый экструдер содержит:

корпус многошнекового экструдера, который образует по меньшей мере восемь цилиндров для вспомогательного шнека; и

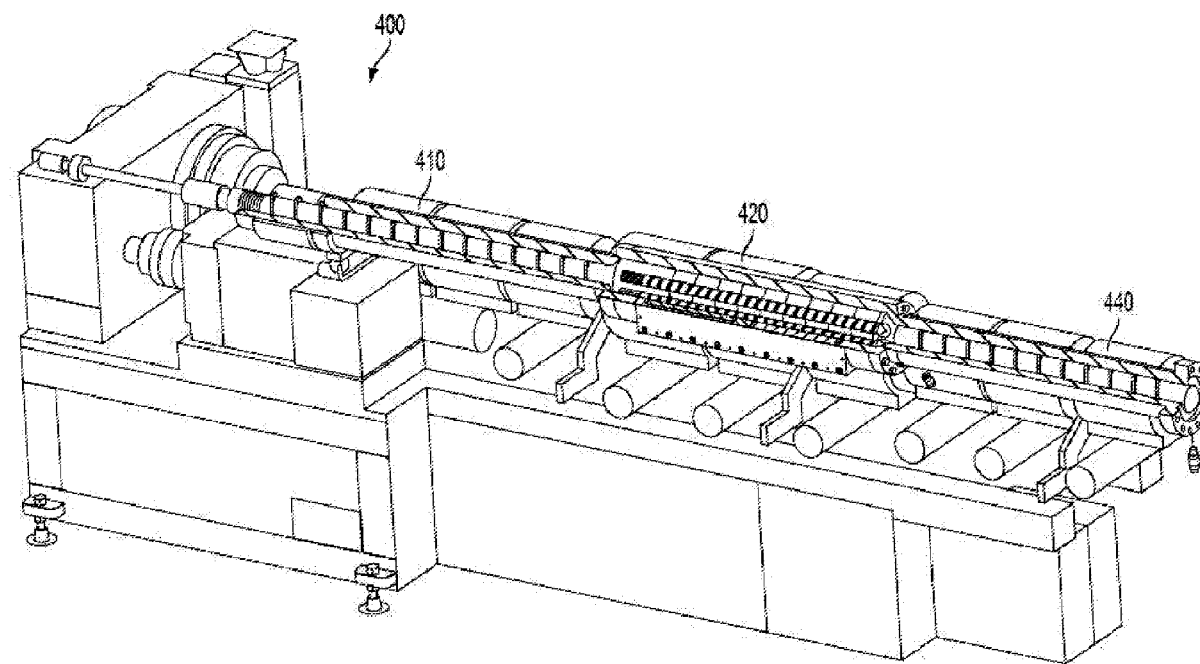
по меньшей мере восемь вспомогательных шнеков, каждый из которых установлен в соответствующем одном из упомянутых по меньшей мере восьми цилиндров для вспомогательного шнека и каждый из которых установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси каждого из упомянутых по меньшей мере восьми вспомогательных шнеков.

20. Способ по п. 19, в котором пропускание упомянутого расплава полимера через упомянутый многошнековый экструдер, так что упомянутый расплав полимера разделяется на по меньшей мере восемь выдавливаемых потоков, представляет собой пропускание упомянутого расплава полимера через упомянутый многошнековый экструдер таким образом, что по меньшей мере часть упомянутого расплава протекает

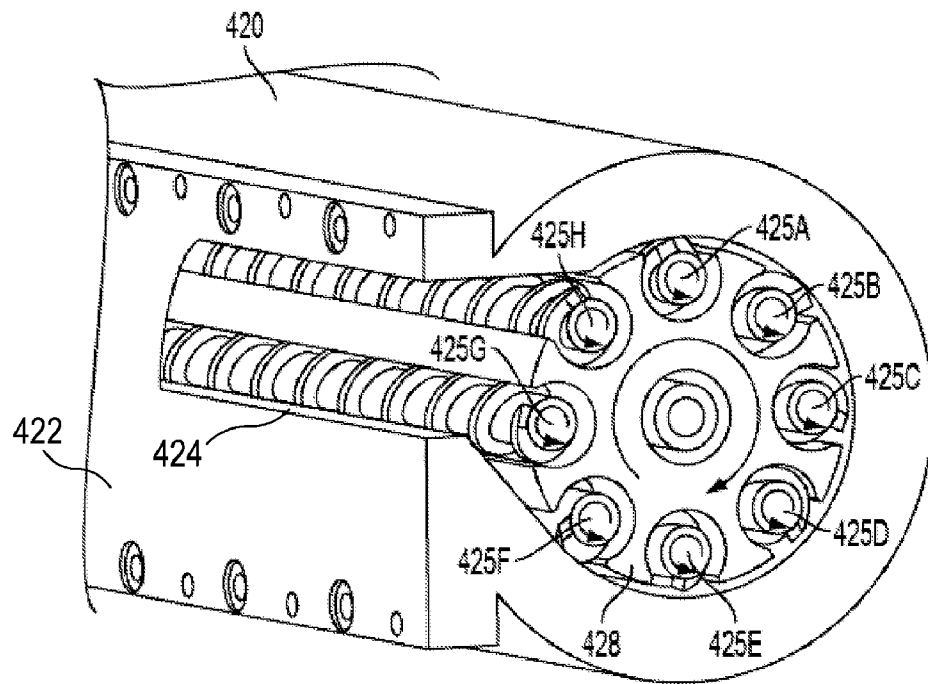
через каждый из упомянутых восьми вспомогательных шнеков.



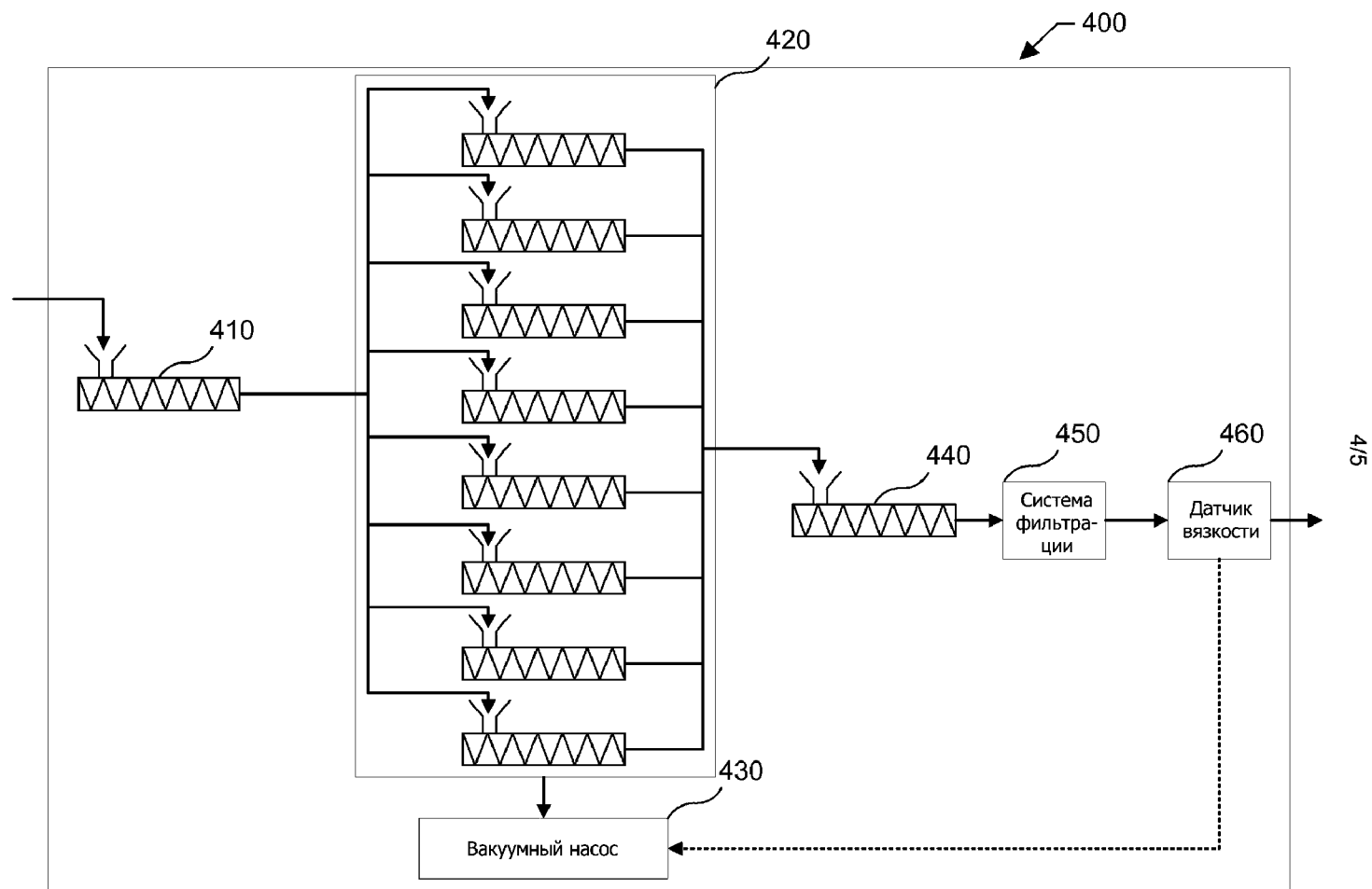
Фиг. 1



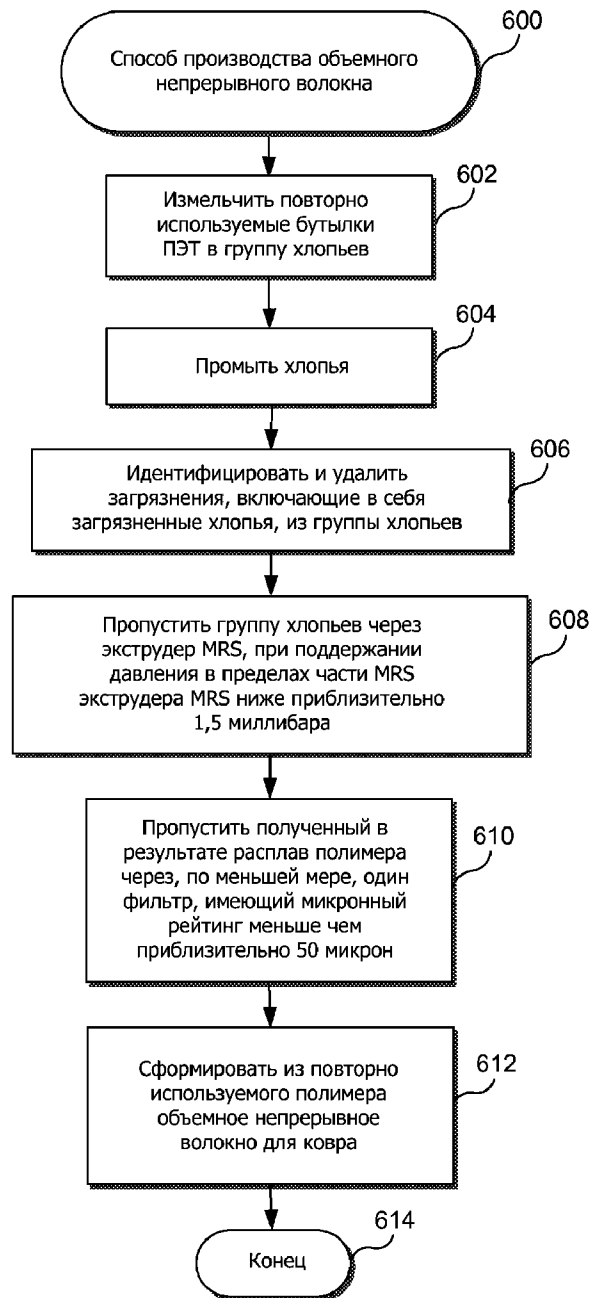
ФИГ. 2



Фиг. 3



ФИГ. 4



Фиг. 5

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference	FOR FURTHER ACTION		see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.
International application No.	International filing date (day/month/year)	(Earliest) Priority Date (day/month/year)	
PCT/US2013/040753	13/05/2013	31/05/2012	
Applicant			
MOHAWK INDUSTRIES, INC.			

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 4 sheets.

It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of:

- the international application in the language in which it was filed
- a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

b. This international search report has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6bis(a)).

c. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, see Box No. I.

2. **Certain claims were found unsearchable** (See Box No. II)

3. **Unity of invention is lacking** (see Box No III)

4. With regard to the **title**,

- the text is approved as submitted by the applicant
- the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

- the text is approved as submitted by the applicant
- the text has been established, according to Rule 38.2, by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority

6. With regard to the **drawings**,

- a. the figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No. 3
 - as suggested by the applicant
 - as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure
 - as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention
- b. none of the figures is to be published with the abstract

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2013/040753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. D01D1/10 B29C47/42 B29C47/76 C08J11/04 D01F6/62
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 D01D B29C C08J D01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/152311 A1 (BOOTH HUBERT T [US] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17)	21-26
Y	paragraph [0009] paragraph [0051] paragraph [0081] claims 13-16,22-27	1-13, 27-30
X	----- "MRS extrusion technology offers new options in PET", PLASTICS ADDITIVES AND COMPOUNDING, ELSEVIER SCIENCE, OXOFRD, GB, vol. 11, no. 2, 1 March 2009 (2009-03-01), pages 24-26, XP026067788, ISSN: 1464-391X, DOI: 10.1016/S1464-391X(09)70050-9 [retrieved on 2009-03-01]	14-20
Y	the whole document	1-13, 27-30
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">26 August 2013</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">02/09/2013</p>
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Fiocco, Marco</p>
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2013/040753

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2008 018686 A1 (RUST & MITSCHKE ENTEX [DE]) 15 October 2009 (2009-10-15)	14-20
Y	paragraph [0002] paragraph [0009] - paragraph [0012] paragraph [0036] paragraph [0074] - paragraph [0076]; figure 1 claims	1-13, 27-30
X	----- US 2005/047267 A1 (GNEUSS DETLEF [DE] ET AL) 3 March 2005 (2005-03-03) cited in the application paragraph [0018] - paragraph [0022] figures	14-20
X	----- US 2004/072920 A1 (GOEDICKE FRANK [CH] ET AL) 15 April 2004 (2004-04-15) paragraph [0022] - paragraph [0046] figures	14-20
X	----- GNEUSS M: "MULTI ROTATION SYSTEM EXTRUDER LEADS TO BREAKTHROUGH IN POLYMER EVACUATION", INTERNATIONAL FIBER JOURNAL, INTERNATIONAL MEDIA GROUP, CHARLOTTE, NC, US, vol. 23, no. 1, 1 February 2008 (2008-02-01), pages 40-41, XP001514827, ISSN: 1049-801X the whole document	14-20
X	----- WO 2010/133531 A1 (RIETER TECHNOLOGIES AG [CH]; MEENAKSHISUNDARAM MEGANATHAN [CH]; TAYLOR) 25 November 2010 (2010-11-25) claims	21-26
A	----- CN 202 072 825 U (ZHEJIANG YIWU JINHUI CHEMICAL FIBER CO LTD) 14 December 2011 (2011-12-14) abstract	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2013/040753

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2010152311	A1	17-06-2010	CA 2681244 A1 US 2010152311 A1	30-03-2010 17-06-2010

DE 102008018686	A1	15-10-2009	NONE	

US 2005047267	A1	03-03-2005	AT 332225 T CN 1568251 A DE 10150627 A1 EP 1434680 A1 JP 4423032 B2 JP 2006508818 A US 2005047267 A1 WO 03033240 A1	15-07-2006 19-01-2005 15-05-2003 07-07-2004 03-03-2010 16-03-2006 03-03-2005 24-04-2003

US 2004072920	A1	15-04-2004	AT 330772 T AU 6323199 A BR 9915620 A CA 2352256 A1 DE 19854689 A1 EP 1135245 A1 ES 2267295 T3 JP 2002531285 A US 6838496 B1 US 2004072920 A1 WO 0032377 A1	15-07-2006 19-06-2000 14-08-2001 08-06-2000 08-06-2000 26-09-2001 01-03-2007 24-09-2002 04-01-2005 15-04-2004 08-06-2000

WO 2010133531	A1	25-11-2010	CA 2756922 A1 CN 102459737 A EP 2432925 A1 JP 2012527370 A RU 2011151639 A US 2012064281 A1 WO 2010133531 A1	25-11-2010 16-05-2012 28-03-2012 08-11-2012 27-06-2013 15-03-2012 25-11-2010

CN 202072825	U	14-12-2011	NONE	
