

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201991807 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.12.30(22) Дата подачи заявки
2018.01.29

(51) Int. Cl. *B29B 17/00* (2006.01)
B29B 17/02 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)
B29C 47/00 (2006.01)
B29C 47/42 (2006.01)
B29C 47/92 (2006.01)
B29C 47/10 (2006.01)
B29C 47/76 (2006.01)
B29K 67/00 (2006.01)
B29L 31/00 (2006.01)
B29K 105/26 (2006.01)
B29K 105/00 (2006.01)

(54) СПОСОБЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ НИТИ ИЗ
ОКРАШЕННОГО ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

(31) 15/419,955

(32) 2017.01.30

(33) US

(86) PCT/US2018/015751

(87) WO 2018/140884 2018.08.02

(71) Заявитель:

АЛАДДИН МЭНЬЮФЭКЧЕРИНГ
КОРПОРЕЙШН (US)

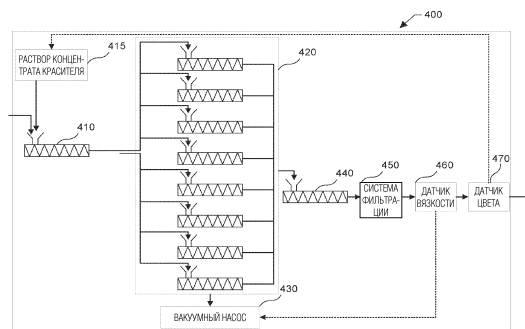
(72) Изобретатель:

Кларк Томас Р. (US)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Способы изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна в различных вариантах осуществления, содержащие (А) размол вторичных бутылок из РЕТ на группу хлопьевидных частиц; (В) промывку этих хлопьевидных частиц; (С) идентификацию и удаление примесей, включая загрязненные хлопьевидные частицы, из группы хлопьевидных частиц; (D) добавление одного или более концентратов красителя к хлопьевидным частицам; (Е) пропускание группы хлопьевидных частиц через экструдер MRS (400) при поддержании давления внутри части MRS (420) экструдера MRS (400) ниже приблизительно 25 мбар; (F) пропускание полученного полимерного расплава по меньшей мере через один фильтр (450), имеющий размер отверстий меньше чем приблизительно 50 мкм; и (G) формование переработанного полимера в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно, которое состоит, по существу, из переработанного РЕТ.



A1

201991807

201991807

A1

**СПОСОБЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ НИТИ ИЗ
ОКРАШЕННОГО ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Поскольку чистый сырой полимер РЕТ (полиэтилентерефталат) более дорог, чем вторичный полимер РЕТ, а также из-за экологических преимуществ, связанных с использованием вторичного полимера, было бы желательно иметь возможность производить объемное непрерывное элементарное ковровое волокно и другие изделия из 100%-го вторичного полимера РЕТ (например, полимера РЕТ из использованных бутылок из РЕТ).

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Различные варианты осуществления направлены на способ изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна из вторичного РЕТ, который включает в себя как бесцветный, так и окрашенный РЕТ. В конкретных вариантах осуществления этот способ содержит обеспечение многошнекового экструдера, который содержит: (1) первый сателлитный шнековый экструдер, содержащий первый сателлитный шнек, вращающийся вокруг центральной оси первого сателлитного шнека; (2) второй сателлитный шнековый экструдер, содержащий второй сателлитный шнек, вращающийся вокруг центральной оси второго сателлитного шнека; и (3) систему регулирования давления, выполненную с возможностью поддержания давления внутри первого и второго сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне приблизительно 0-5 мбар. В конкретных вариантах осуществления этот способ дополнительно содержит: (1) использование системы регулирования давления для уменьшения давления внутри первого и второго сателлитных шнековых экструдеров до диапазона приблизительно 0-5 мбар; (2) обеспечение множества полимерных хлопьевидных частиц, содержащего вплоть до приблизительно 10% окрашенных хлопьевидных частиц из переработанного полиэтилентерефталата (РЕТ) с остатком из по существу бесцветных хлопьевидных частиц переработанного РЕТ; (3) обеспечение одного или более концентратов красителя; (4) добавление одного или более концентратов красителя ко

множеству полимерных хлопьевидных частиц, таким образом, чтобы получаемая смесь содержала приблизительно 0–3 мас.% одного или более концентратов красителя; (4) при поддержании давления внутри первого и второго сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне приблизительно 0–5 мбар пропускание множества полимерных хлопьевидных частиц и одного или более концентратов красителя через многошнековый экструдер для того, чтобы сформировать полимерный расплав так, чтобы: (а) первая часть полимерного расплава проходила через первый сателлитный шнековый экструдер, и (b) вторая часть полимерного расплава проходила через второй сателлитный шнековый экструдер; и после стадии прохождения полимерного расплава через многошнековый экструдер, формование переработанного полимера в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно.

[0003] Способ изготовления непрерывного элементарного коврового волокна из бесцветных и окрашенных вторичных бутылок из PET в соответствии с конкретными вариантами осуществления содержит стадии: (1) обеспечения множества вторичных бутылок из PET; (2) размола множества вторичных бутылок из PET на группу полимерных хлопьевидных частиц, содержащих приблизительно 0–10% окрашенных полимерных хлопьевидных частиц с остатком из по существу бесцветных полимерных хлопьевидных частиц; (3) промывки группы полимерных хлопьевидных частиц; (4) обеспечения концентрата красителя; (5) смешивания концентрата красителя с группой полимерных хлопьевидных частиц для того, чтобы сформировать смесь концентрат-полимер, содержащую приблизительно 0–3 мас.% концентрата красителя с остатком из группы полимерных хлопьевидных частиц; (6) плавления смеси концентрат-полимер для того, чтобы произвести полимерный расплав; (7) обеспечения экструдера, который экструдировать материал на множество различных экструзионных потоков; (8) уменьшения давления внутри экструдера до приблизительно 0–12 мбар; (9) при поддержании давления внутри экструдера равным приблизительно 0–12 мбар пропускания полимерного расплава через экструдер так, чтобы полимерный расплав делился на множество экструзионных потоков, каждый из которых имеет давление приблизительно 0–12 мбар; (10) после

пропускания полимерного расплава через экструдер фильтрации полимерного расплава по меньшей мере через один фильтр; и (11) после пропускания полимерного расплава через фильтр формования полимерного расплава в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно.

[0004] Способ изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна, который в некоторых вариантах осуществления содержит обеспечение многошнекового экструдера, который содержит: (1) первый сателлитный шнековый экструдер, содержащий первый сателлитный шнек, вращающийся вокруг центральной оси первого сателлитного шнека; (2) второй сателлитный шнековый экструдер, содержащий второй сателлитный шнек, вращающийся вокруг центральной оси второго сателлитного шнека; (3) третий сателлитный шнековый экструдер, содержащий третий сателлитный шнек, вращающийся вокруг центральной оси третьего сателлитного шнека; (4) четвертый сателлитный шнековый экструдер, содержащий четвертый сателлитный шнек, вращающийся вокруг центральной оси четвертого сателлитного шнека; и (5) систему регулирования давления, выполненную с возможностью поддержания давления внутри первого, второго, третьего и четвертого сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне приблизительно 0-18 мбар. В различных вариантах осуществления этот способ дополнительно содержит: (1) использование системы регулирования давления для уменьшения давления внутри первого, второго, третьего и четвертого сателлитных шнековых экструдеров до диапазона приблизительно 0-18 мбар; (2) при поддержании давления внутри первого, второго, третьего и четвертого сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне от приблизительно 0 мбар до приблизительно 18 мбар пропускание полимерного расплава через многошнековый экструдер так, чтобы: (a) первая часть расплава проходила через первый сателлитный шнековый экструдер, (b) вторая часть расплава проходила через второй сателлитный шнековый экструдер, (c) третья часть расплава проходила через третий сателлитный шнековый экструдер, и (d) четвертая часть расплава проходила через четвертый сателлитный шнековый экструдер; и (3) после стадии пропускания полимерного расплава

через многошнековый экструдер формование полимерного расплава в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно. В конкретных вариантах осуществления полимерный расплав содержит: (1) 7–9 мас.% окрашенного переработанного PET; (2) 2–3 мас.% концентрата красителя; и (3) остаток из переработанного по существу бесцветного PET.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0005] После описания различных вариантов осуществления в общих чертах, ссылка будет теперь сделана на сопроводительные чертежи, которые не обязательно выполнены в масштабе, и в которых:

[0006] Фиг.1 изображает технологический маршрут в соответствии с одним конкретным вариантом осуществления для изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна.

[0007] Фиг.2 представляет собой вид в перспективе примерного экструдера MRS, который является подходящим для использования в процессе, показанном на Фиг.1.

[0008] Фиг.3 представляет собой поперечное сечение примерной секции MRS экструдера MRS, показанного на Фиг.2.

[0009] Фиг.4 изображает технологический маршрут, изображающий поток полимера через экструдер MRS и систему фильтрации в соответствии с одним конкретным вариантом осуществления.

[0010] Фиг.5 представляет собой высокоуровневую блок-схему способа изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна в соответствии с различными вариантами осуществления.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[0011] Далее более подробно будут описаны различные варианты осуществления. Следует понимать, что настоящее изобретение может быть воплощено во многих различных формах и не должно рассматриваться как ограниченное вариантами осуществления, сформулированными в настоящем документе. Эти варианты осуществления предусмотрены так, чтобы данное раскрытие было полным и законченным, и полностью передавало область охвата

настоящего изобретения специалистам в данной области техники. Одинаковые ссылочные обозначения относятся к одинаковым элементам на всех чертежах.

I. Краткий обзор

[0012] Далее описываются новые процессы для изготовления волокна из переработанного полимера (например, переработанного полимера PET). В различных вариантах осуществления этот новый процесс: (1) является более эффективным, чем предшествующие процессы, в удалении загрязнений и воды из переработанного полимера; и/или (2) не требует многократного плавления и охлаждения полимера, как в предшествующих процессах. По меньшей мере в одном варианте осуществления этот улучшенный процесс приводит к переработанному полимеру PET, имеющему качество полимера, которое является достаточно высоким для того, чтобы этот полимер PET мог использоваться в производстве объемного непрерывного элементарного коврового волокна из 100% переработанного PET (например, из 100% PET, полученного из использованных бутылок из PET). В конкретных вариантах осуществления переработанный полимер PET имеет характеристическую вязкость по меньшей мере приблизительно 0,79 дл/г (например, от приблизительно 0,79 дл/г до приблизительно 1,00 дл/г).

II. Более подробное обсуждение

[0013] Процесс изготовления BCF (объемной непрерывной нити) в соответствии с одним конкретным вариантом осуществления может содержать три стадии: (1) приготовление хлопьевидных частиц полимера PET из использованных бутылок; (2) пропускание этих хлопьевидных частиц через экструдер, который плавит хлопьевидные частицы и очищает получаемый полимер PET; и (3) подача очищенного полимера в прядильную машину, которая превращает полимер в непрерывное элементарное волокно для использования в производстве ковров. Эти три стадии более подробно описываются ниже.

Стадия 1: Приготовление хлопьевидных частиц полимера PET из использованных бутылок

[0014] В одном конкретном варианте осуществления стадия

приготовления хлопьевидных частиц полимера PET из использованных бутылок содержит: (А) сортировку использованных бутылок из PET и размол бутылок на хлопьевидные частицы; (В) промывку хлопьевидных частиц; и (С) идентификацию и удаление любых примесей или загрязненных хлопьевидных частиц.

А. Сортировка использованных бутылок из PET и размол бутылок на хлопьевидные частицы

[0015] В конкретных вариантах осуществления кипы бесцветных и окрашенных использованных бутылок из PET (например, «мусорных») (или других контейнеров) получаемые из различных утилизационных источников, составляют использованные контейнеры из PET для использования в процессе. В других вариантах осуществления источником используемых контейнеров из PET могут быть возвратные «залоговые» бутылки (например, бутылки из PET, цена которых включает в себя залог, который возвращается покупателю при сдаче использованной бутылки). Мусорные или возвратные «использованные» или «вторичные» контейнеры могут содержать небольшой уровень посторонних загрязнений. Загрязнения в контейнерах могут включить в себя, например, не являющиеся PET полимерные загрязнения (например, PVC, PLA, PP, PE, PS, PA и т.д.), металл (например, черные и цветные металлы), бумагу, картон, песок, стекло или другие нежелательные материалы, которые могут попадать в контейнеры при сборе вторичного PET. Не являющиеся PET загрязнения могут быть удалены из желаемых компонентов PET, например, посредством одного или более различных процессов, описываемых ниже.

[0016] В конкретных вариантах осуществления мелкие компоненты и мусор (например, компоненты и мусор размером более 2 дюймов) удаляются из целых бутылок с помощью вращающейся улавливающей сетки. Различные магниты для удаления металлов и системы вихревых токов могут включаться в процесс для удаления любых металлических загрязнений. Оптическое сортировочное оборудование ближней инфракрасной области, такое как инфракрасная машина NRT Multi Sort изготовления компании Bulk Handling Systems Company, г. Юджин, штат Орегон, или инфракрасная машина Spyder изготовления компании National

Recovery Technologies, г. Нэшвилл, штат Теннесси, может использоваться для удаления любых полимерных загрязнений, которые могут быть смешаны с хлопьевидными частицами PET (например, PVC, PLA, PP, PE, PS и PA). Дополнительно к этому, автоматизированное рентгеновское сортировочное оборудование, такое как машина VINYL CYCLE изготовления компании National Recovery Technologies, г. Нэшвилл, штат Теннесси, может использоваться для удаления оставшихся загрязнений из PVC.

[0017] В конкретных вариантах осуществления бинарное отделение неокрашенных материалов от окрашенных материалов достигается с использованием автоматизированного оборудования сортировки по цвету, снабженного системой обнаружения на основе камеры (например, машина Multisort ES изготовления компании National Recovery Technologies, г. Нэшвилл, штат Теннесси). В различных вариантах осуществления ручные сортировщики размещаются в различных точках на линии для удаления загрязнений, не удаленных сортировочной машиной, а также любых окрашенных бутылок. В конкретных вариантах осуществления рассортированный материал проходит через стадию грануляции (например, с использованием машины 50B Granulator изготовления компании Cumberland Engineering Corporation, г. Нью-Берлин, штат Висконсин) для уменьшения размера (например, размола) бутылок до размеров менее полдюйма. В различных вариантах осуществления бутылочные этикетки удаляются из получаемых «грязных хлопьевидных частиц» (например, хлопьевидных частиц PET, формируемых во время стадии грануляции) посредством системы воздушного разделения перед процессом промывки.

В. Промывка хлопьевидных частиц

[0018] В конкретных вариантах осуществления «грязные хлопьевидные частицы» затем смешиваются в серии промывочных баков. В качестве части процесса промывки в различных вариантах осуществления водное разделение по плотности используется для того, чтобы отделить любые олефиновые крышки (которые могут, например, присутствовать в «грязных хлопьевидных частицах» как остатки от вторичных бутылок из PET) от хлопьевидных частиц PET с более высокой плотностью. В конкретных вариантах осуществления

хлопьевидные частицы промываются в горячей ванне каустической соды с температурой приблизительно 190 градусов по Фаренгейту. В конкретных вариантах осуществления концентрация гидроксида натрия в ванне каустической соды поддерживается на уровне приблизительно 0,6-1,2%. В различных вариантах осуществления мыльные поверхностно-активные вещества, а также пеноуничтожающие реагенты добавляются к ванне каустической соды, например, для того, чтобы дополнительно увеличить разделение и очистку хлопьевидных частиц. Система двойного ополаскивания затем отмывает каустическую соду от хлопьевидных частиц.

[0019] В различных вариантах осуществления хлопьевидные частицы обезвоживаются центробежным образом, а затем сушатся горячим воздухом по меньшей мере до существенного удаления поверхностной влаги. Полученные «чистые хлопьевидные частицы» обрабатываются затем системой электростатического разделения (например, электростатическим сепаратором изготовления компании Caruso, Inc., г. Джексонвилль, штат Флорида) и системой обнаружения металлических частиц (например, системой сортировки металлов MSS) для дополнительного удаления любых металлических загрязнений, оставшихся в хлопьевидных частицах. В конкретных вариантах осуществления стадия воздушного разделения удаляет любые оставшиеся этикетки из чистых хлопьевидных частиц. В различных вариантах осуществления хлопьевидные частицы затем пропускаются через стадию сортировки хлопьевидных частиц по цвету (например, с использованием машины OPTIMIX изготовления компании TSM Control Systems, г. Дандолк, Ирландия) для удаления любых окрашенных загрязнений, оставшихся в хлопьевидных частицах. В различных вариантах осуществления электрооптический сортировщик хлопьевидных частиц, основанный по меньшей мере частично на рамановской технологии (например, Powersort 200 изготовления компании Unisensor Sensorsysteme GmbH, г. Карлсруэ, Германия), выполняет окончательное разделение полимеров, чтобы удалить любые не являющиеся PET полимеры, оставшиеся в хлопьевидных частицах. Эта стадия может также дополнительно удалять любые оставшиеся металлические загрязнения и окрашенные загрязнения.

[0020] В различных вариантах осуществления комбинация этих стадий обеспечивает по существу чистые (например, бесцветные) хлопьевидные частицы из бутылок из PET, содержащие менее чем приблизительно 50 частей за миллион PVC (например, 25 частей на миллион PVC) и менее чем приблизительно 15 частей за миллион металлов, для использования в последующем процессе экструдирования, описываемом ниже.

С. Идентификация и удаление примесей и загрязненных хлопьевидных частиц

[0021] В конкретных вариантах осуществления после того, как хлопьевидные частицы будут промыты, они помещаются на конвейер и сканируются высокоскоростной лазерной системой 300. В различных вариантах осуществления конкретные лазеры, которые составляют высокоскоростную лазерную систему 300, выполнены с возможностью обнаружения присутствия конкретных загрязнений (например, PVC или алюминия). Хлопьевидные частицы, которые идентифицированы как по существу не состоящие из PET, могут быть выдуты из основного потока хлопьевидных частиц с помощью воздушных эжекторов. В различных вариантах осуществления получаемое содержание не являющихся PET хлопьевидных частиц составляет менее 25 частей на миллион.

[0022] В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью гарантировать, что полимер PET, подлежащий переработке в непрерывное элементарное волокно, по существу не содержит воды (например, полностью не содержит воды). В одном конкретном варианте осуществления хлопьевидные частицы помещаются в предварительный кондиционер приблизительно на 20–40 мин (например, приблизительно на 30 мин), во время чего предварительный кондиционер сдувает поверхностную воду с хлопьевидных частиц. В конкретных вариантах осуществления поровая вода остается внутри хлопьевидных частиц. В различных вариантах осуществления эти «влажные» хлопьевидные частицы (например, хлопьевидные частицы, содержащие поровую воду), могут быть затем поданы в экструдер (например, как описано ниже для стадии 2), который включает в себя вакуумную установку, предназначенную среди прочего для удаления поровой воды, которая

остается в хлопьевидных частицах после описанного выше процесса быстрой сушки.

Стадия 2: Использование системы экструдирования для плавления и очистки хлопьевидных частиц PET

[0023] В конкретных вариантах осуществления экструдер используется для того, чтобы превратить описанные выше влажные хлопьевидные частицы в расплавленный вторичный полимер PET и выполнить ряд процессов очистки для подготовки полимера, который будет превращен в BCF для ковров. Как было отмечено выше, в различных вариантах осуществления после завершения стадии 1 хлопьевидные частицы вторичного полимера PET являются влажными (например, поверхностная вода по существу удаляется (например, полностью удаляется) из хлопьевидных частиц, но поровая вода остается в хлопьевидных частицах). В конкретных вариантах осуществления эти влажные хлопьевидные частицы подаются в многошнековый («MRS») экструдер 400. В других вариантах осуществления влажные хлопьевидные частицы подаются в любой другой подходящий экструдер (например, двухшнековый экструдер, многошнековый экструдер, планетарный экструдер или любую другую подходящую систему экструдирования). Примерный MRS экструдер 400 показан на Фиг.2 и 3. Один конкретный пример такого MRS экструдера описан в патентной заявке US 2005/0047267 «Экструдер для изготовления расплавленных пластичных материалов», опубликованной 3 марта 2005 г., которая включена в настоящий документ посредством ссылки.

[0024] Как может быть понято из этих чертежей, в конкретных вариантах осуществления MRS экструдер включает в себя первую одношнековую секцию 410 экструдера для подачи материала в MRS секцию 420 и вторую одношнековую секцию 440 экструдера для транспортировки материала из MRS секции.

[0025] В различных вариантах осуществления влажные хлопьевидные частицы подаются напрямую в MRS экструдер 400 по существу сразу же (например, немедленно) после описанной выше стадии промывки (например, без сушки хлопьевидных частиц или не позволяя хлопьевидным частицам высохнуть). В конкретных вариантах осуществления система, которая подает влажные

хлопьевидные частицы напрямую в MRS экструдер 400 по существу сразу же (например, немедленно) после описанной выше стадии промывки, может расходовать приблизительно на 20% меньше энергии, чем система, которая по существу полностью подсушивает хлопьевидные частицы перед экструдированием (например, система, которая подсушивает хлопьевидные частицы путем пропускания горячего воздуха над влажными хлопьевидными частицами в течение длительного периода времени). В различных вариантах осуществления система, которая подает влажные хлопьевидные частицы напрямую в MRS экструдер 400 по существу сразу же (например, немедленно) после описанной выше стадии промывки, не нуждается в ожидании (например, вплоть до 8 час), обычно требующемся для полного высыхания хлопьевидных частиц (например, удаления всей поверхностной воды и поровой воды из хлопьевидных частиц).

[0026] Фиг.4 изображает технологический маршрут, который иллюстрирует различные процессы, выполняемые MRS экструдером 400 в одном конкретном варианте осуществления. В варианте осуществления, показанном на этом чертеже, влажные хлопьевидные частицы сначала подаются через первую одношнековую секцию 410 MRS экструдера, которая может, например, вырабатывать достаточное тепло (например, за счет сдвига) для того, чтобы по меньшей мере по существу расплавить (например, расплавить) влажные хлопьевидные частицы.

[0027] В варианте осуществления, показанном на этом чертеже, система дополнительно выполнена с возможностью добавления раствора концентрата красителя 415 к хлопьевидным частицам (например, к влажным хлопьевидным частицам) перед подачей хлопьевидных частиц в первую одношнековую секцию 410. В конкретных вариантах осуществления раствор концентрата красителя 415 может включать в себя любой подходящий концентрат красителя, который может, например, давать конкретный цвет полимерного волокна после экструдирования. В конкретных вариантах осуществления концентрат красителя может содержать гранулированный концентрат красителя, а также несущую смолу, которая может, например, связывать краситель с полимером. В

различных вариантах осуществления добавление концентрата красителя к хлопьевидным частицам перед экструдированием может привести к полимерному непрерывному элементарному волокну, которое по меньшей мере частично пропитано (например, пропитано) цветным пигментом. В конкретных вариантах осуществления ковер, произведенный из окрашенного раствором непрерывного элементарного волокна, может быть очень стойким к выцветанию под воздействием солнечного света, озона, активных чистящих средств, таких как отбеливатель, или других факторов.

[0028] В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью, регулировать количество раствора концентрата красителя 415, добавляемого к хлопьевидным частицам перед подачей хлопьевидных в первую одношнековую секцию 410. В конкретных вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления приблизительно 2-3 мас.% концентрата красителя к хлопьевидному полимеру. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления приблизительно 0-3 мас.% концентрата красителя. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления вплоть до приблизительно 6 мас.% концентрата красителя к хлопьевидному полимеру перед экструдированием. В некоторых вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления приблизительно 1-3 мас.% концентрата красителя к хлопьевидному полимеру. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления любого подходящего количества концентрата красителя к хлопьевидному полимеру для того, чтобы достичь конкретного цвета расплавленного полимера (и в конечном счете полимерного волокна) после экструдирования.

[0029] Хотя в варианте осуществления, показанном на этом чертеже, раствор концентрата красителя 415 изображен как добавляемый к хлопьевидному полимеру перед подачей хлопьевидных частиц через первую одношнековую секцию 410 экструдера, следует понимать, что в других вариантах осуществления раствор концентрата красителя 15 может быть добавлен во время любой другой подходящей фазы процесса, описанного в данном документе.

Например, в различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления раствора концентрата красителя 415 после экструдирования хлопьевидного полимера первой одношнековой секцией 410 экструдера, но до подачи полученного полимерного расплава через MRS секцию 420 экструдера, обсуждаемую ниже. В других вариантах осуществления система может добавлять раствор концентрата красителя 415 после того, как хлопьевидные частицы пройдут через MRS секцию 420 экструдера, перед прохождением полимерного расплава через вторую одношнековую секцию 440, обсуждаемую ниже. В других вариантах осуществления система может добавлять раствор концентрата красителя 415 в то время, как хлопьевидные частицы и/или полимерный расплав экструдироваться в первой одношнековой секции 410 экструдера, MRS секции 420, второй одношнековой секции 440, или на любой другой подходящей фазе процесса. В других вариантах осуществления система может добавлять раствор концентрата красителя 415 во время одной или более (например, множества) фаз описанного в настоящем документе процесса (например, система может добавлять некоторое количество раствора концентрата красителя 415 к хлопьевидному полимеру перед прохождением хлопьевидных частиц через одношнековую секцию 410 экструдера и некоторое дополнительное количество раствора концентрата красителя 415 после экструдирования через MRS секцию 420).

[0030] После добавления концентрата красителя и экструдирования первой одношнековой секцией 410 получаемый полимерный расплав (например, содержа расплавленные хлопьевидные частицы и концентрат красителя) в различных вариантах осуществления подается затем в MRS секцию 420 экструдера, в которой экструдер разделяет поток расплава на множество различных потоков (например, 4, 6, 8 или большее количество потоков) через множество открытых камер. Фиг.3 показывает подробный вид в разрезе MRS секции 420 в соответствии с одним конкретным вариантом осуществления. В конкретных вариантах осуществления, таких как вариант осуществления, показанный на этом чертеже, MRS секция 420 разделяет поток расплава на восемь различных потоков, которые затем подаются через восемь

сателлитных шнеков 425А-Н. Как можно понять из Фиг.2, в конкретных вариантах осуществления эти сателлитные шнеки являются по существу параллельными (например, параллельными) друг другу и оси главного шнека MRS машины 400.

[0031] В MRS секции 420 в различных вариантах осуществления сателлитные шнеки 425А-Н могут, например, вращаться быстрее (например, приблизительно в четыре раза быстрее), чем в предыдущих системах. Как показано на Фиг.3, в конкретных вариантах осуществления: (1) сателлитные шнеки 425А-Н располагаются внутри одношнекового барабана 428, который установлен так, чтобы он вращался вокруг своей центральной оси; и (2) сателлитные шнеки 425А-Н выполнены с возможностью вращаться в направлении, противоположном направлению вращения одношнекового барабана 428. В различных других вариантах осуществления сателлитные шнеки 425А-Н и одношнековый барабан 428 вращаются в одном и том же направлении. В конкретных вариантах осуществления вращение сателлитных шнеков 425А-Н осуществляется зубчатым колесом с внутренним зацеплением. Кроме того, в различных вариантах осуществления одношнековый барабан 428 вращается приблизительно в четыре раза быстрее, чем каждый индивидуальный сателлитный шнек 425А-Н. В некоторых вариантах осуществления сателлитные шнеки 425А-Н вращаются по существу с одинаковой (например, с одной и той же) скоростью.

[0032] В различных вариантах осуществления, как можно понять из Фиг.4, сателлитные шнеки 425А-Н помещаются внутри соответствующих цилиндров экструдера, которые могут быть, например, приблизительно на 30% открытыми для внешней камеры MRS секции 420. В конкретных вариантах осуществления вращение сателлитных шнеков 425А-Н и одношнекового барабана 428 увеличивает поверхностный обмен полимерного расплава (например, делает больше площади поверхности расплавленного полимера доступной для открытой камеры, чем в предыдущих системах). В различных вариантах осуществления MRS секция 420 создает площадь поверхности расплава, которая является, например, в 20-30 раз большей, чем площадь поверхности расплава, создаваемая экструдером с двумя шнеками, вращающимися в одном направлении. В

одном конкретном варианте осуществления MRS секция 420 создает площадь поверхности расплава, которая является, например, приблизительно в 25 раз большей, чем площадь поверхности расплава, создаваемая экструдером с двумя шнеками, вращающимися в одном направлении.

[0033] В различных вариантах осуществления MRS секция 420 экструдера оснащена вакуумным насосом 430, который присоединяется к соединительной части 422 MRS секции 420 так, чтобы вакуумный насос 430 сообщался с внутренностью MRS секции через подходящее отверстие 424 в корпусе MRS секции. В других вариантах осуществления MRS секция 420 оснащена несколькими вакуумными насосами. В конкретных вариантах осуществления вакуумный насос 430 выполнен с возможностью уменьшать давление внутри MRS секции 420 до приблизительно 0,5–5 мбар. В конкретных вариантах осуществления вакуумный насос 430 выполнен с возможностью уменьшать давление в MRS секции 420 до менее чем приблизительно 1,5 мбар (например, приблизительно 1 мбар или меньше). Вакуум низкого давления, создаваемый вакуумным насосом 430 в MRS секции 420, может удалять, например: (1) летучую органику, образующуюся в расплавленном полимере по мере того, как он проходит через MRS секцию 420; и/или (2) по меньшей мере часть любой поровой воды, которая присутствовала во влажных хлопьевидных частицах, когда они входили в MRS экструдер 400. В различных вариантах осуществления вакуум низкого давления удаляет по существу всю (например, всю) воду и загрязнения из полимерного потока.

[0034] В одном конкретном примере вакуумный насос 430 содержит три механических кулачковых вакуумных насоса (например, расположенных последовательно), чтобы уменьшить давление в камере до подходящего уровня (например, до давления приблизительно 1,0 мбар). В других вариантах осуществления вместо обсужденной выше компоновки из трех механических кулачковых вакуумных насосов вакуумный насос 430 включает в себя струйный вакуумный насос, присоединенный к MRS экструдеру. В различных вариантах осуществления этот струйный вакуумный насос выполнен с возможностью достигать давления приблизительно 1 мбар

внутри MRS секции 420 и примерно тех же результатов, что и описанные выше, для получаемой характеристической вязкости полимерного расплава. В различных вариантах осуществления использование струйного вакуумного насоса может быть выгодным, потому что струйные вакуумные насосы приводятся в действие паром, и поэтому являются по существу самоочищающимися (например, самоочищающимися), уменьшая тем самым потребность в обслуживании по сравнению с механическими кулачковыми насосами (которые могут, например, требовать многократной очистки благодаря образующимся летучим веществам, конденсирующимся на кулачках насоса). В одном конкретном варианте осуществления вакуумный насос 430 является струйным вакуумным насосом изготовления компании Arpuma GmbH, г. Бергхайм, Германия.

[0035] В конкретных вариантах осуществления после того, как расплавленный полимер проходит через многопоточковую MRS секцию 420, потоки расплавленного полимера повторно объединяются и текут во вторую одношнековую MRS секцию 440 экструдера. В различных вариантах осуществления единственный поток расплавленного полимера затем проходит через фильтрационную систему 450, которая включает в себя по меньшей мере один фильтр. В одном конкретном варианте осуществления фильтрационная система 450 включает в себя два уровня фильтрации (например, сетчатый фильтр с ячейками размером 40 мкм, сопровождаемый сетчатым фильтром с ячейками размером 25 мкм). Хотя в различных вариантах осуществления вода и летучие органические примеси удаляются во время обсужденного выше вакуумного процесса, загрязнения в виде частиц, такие как, например, алюминиевые частицы, песок, грязь и другие загрязняющие примеси, могут оставаться в полимерном расплаве. Таким образом, эта стадия фильтрации может быть выгодной для удаления загрязнений в виде частиц (например, загрязнений в виде частиц, которые не были удалены в MRS секции 420).

[0036] В конкретных вариантах осуществления датчик 460 вязкости (см. Фиг.4) используется для определения вязкости расплавленного полимерного потока после его прохода через фильтрационную систему 450. В различных вариантах осуществления

датчик 460 вязкости измеряет вязкость потока расплава, например, путем измерения перепада давления при прохождении потока через известную площадь. В конкретных вариантах осуществления в ответ на измерение характеристической вязкости потока, которая находится ниже предопределенного уровня (например, ниже приблизительно 0,8 г/дл), система может: (1) исключить часть потока с низкой характеристической вязкостью; и/или (2) понизить давление в MRS секции 420 для того, чтобы достичь более высокой характеристической вязкости полимерного расплава. В конкретных вариантах осуществления уменьшение давления в MRS секции 420 выполняется по существу автоматизированным образом (например, автоматически) с использованием датчика вязкости в компьютеризированном контуре регулирования с обратной связью с вакуумной секцией 430.

[0037] В конкретных вариантах осуществления удаление воды и загрязнений из полимера улучшает характеристическую вязкость вторичного полимера PET, позволяя полимерным цепочкам в полимере повторно соединяться и увеличивать длину цепи. В конкретных вариантах осуществления расплав вторичного полимера после его прохода через MRS секцию 420 с присоединенным вакуумным насосом 430 имеет характеристическую вязкость по меньшей мере приблизительно 0,79 дл/г (например, приблизительно 0,79–1,00 дл/г). В конкретных вариантах осуществления прохождение через MRS секцию 420 с низким давлением очищает расплав вторичного полимера (например, путем удаления загрязнений и поровой воды), и делает вторичный полимер по существу структурно подобным (например, структурно аналогичным) чистому исходному полимеру PET. В конкретных вариантах осуществления вода, удаленная вакуумом, включает в себя как промывочную воду, использовавшуюся для очистки вторичных бутылок из PET, как было описано выше, а также непрореагировавшую воду, образующуюся при плавлении полимера PET в одношнековом нагревателе 410 (например, поровую воду). В конкретных вариантах осуществления большая часть воды, присутствующей в полимере, является промывочной водой, но некоторый процент может быть непрореагировавшей водой.

[0038] Возвращаясь к Фиг.4, в конкретных вариантах

осуществления датчик 470 цвета используется для определения цвета получаемого полимерного расплава. В различных вариантах осуществления датчик 470 цвета содержит один или более спектрографов, выполненных с возможностью разделения света, проходящего через полимерный расплав, на частотный спектр для определения цвета полимерного расплава. В других вариантах осуществления датчик 470 цвета содержит одну или более камер или других подходящих устройств визуализации, выполненных с возможностью определения цвета получаемого полимерного расплава. В конкретных вариантах осуществления в ответ на определение того, что цвет полимерного расплава отличается от желаемого цвета (например, полимерный расплав светлее, чем желательно, темнее, чем желательно, цвет отличается от желаемого и т.д.), система может: (1) исключить часть потока с неправильным цветом; и/или (2) отрегулировать количество раствора концентрата красителя 415, добавляемого к хлопьевидным частицам и/или полимерному расплаву выше по течению для того, чтобы скорректировать цвет получаемого полимерного расплава. В конкретных вариантах осуществления регулирование количества раствора концентрата красителя 415 выполняется по существу автоматизированным образом (например, автоматически) с использованием датчика 470 цвета в компьютеризированном контуре регулирования с обратной связью.

[0039] В конкретных вариантах осуществления получаемый полимер представляет собой вторичный полимер PET (например, получаемый на 100% из использованных продуктов из PET, таких как бутылки или контейнеры из PET), имеющий качество, которое является подходящим для использования в производстве непрерывного элементарного коврового волокна из PET с использованием по существу только (например, только) PET из вторичных продуктов из PET.

Стадия 3: Подача очищенного полимера PET в прядильную машину для превращения в ковровую пряжу

[0040] В конкретных вариантах осуществления после того, как вторичный полимер PET был экструдирован и очищен с помощью вышеописанного процесса экструдирования, полученный

расплавленный вторичный полимер PET подается напрямую в машину 500 BCF (или «прядаильную машину»), выполненную с возможностью превращения расплавленного полимера в объемную непрерывную нить. Например, в различных вариантах осуществления выход MRS экструдера 400 соединен по существу напрямую (например, напрямую) со входом прядаильной машины 500 так, чтобы расплавленный полимер из экструдера подавался прямо в прядаильную машину 500. Этот процесс может быть выгодным, потому что расплавленный полимер в некоторых вариантах осуществления может не нуждаться в охлаждении и таблетировании после экструдирования (как это должно было бы быть, если бы переработанный полимер смешивался с исходным полимером PET). В конкретных вариантах осуществления отсутствие охлаждения и таблетирования переработанного расплавленного полимера помогает избежать потенциального разрыва цепи в полимере, что могло бы понизить характеристическую вязкость полимера.

[0041] В конкретных вариантах осуществления прядаильная машина 500 экструдировывает расплавленный полимер через маленькие отверстия в фильере, чтобы произвести из полимера непрерывное элементарное волокно ковровой пряжи. В конкретных вариантах осуществления расплавленный переработанный полимер PET охлаждается после выхода из фильеры. Ковровая пряжа затем подбирается роликками и в конечном счете превращается в непрерывные элементарные волокна, которые используются для изготовления ковров. В различных вариантах осуществления ковровая пряжа, производимая прядаильной машиной 500, может иметь сопротивление разрыву приблизительно 3-9 г-с/денье. В конкретных вариантах осуществления получаемая ковровая пряжа имеет сопротивление разрыву по меньшей мере приблизительно 3 г-с/денье.

[0042] В конкретных вариантах осуществления прядаильная машина 500, используемая в описанном выше процессе, является прядаильной машиной Sytec One изготовления компании Oerlika Neumag, г. Ноймюнстер, Германия. Машина Sytec One может быть специально адаптирована для сложных в обработке волокон, таких как нейлон или волокна, окрашенные раствором, где непрерывные

элементарные волокна являются склонными к разрушению во время обработки. В различных вариантах осуществления машина Sytec One поддерживает нити после фильеры настолько прямыми, насколько это возможно, использует только одну нитку, и спроектирована так, чтобы можно было быстро завести нить при ее обрыве.

[0043] Хотя описанный выше пример описывает использование прядильной машины Sytec One для изготовления непрерывного элементарного волокна ковровой пряжи из полимера, следует понимать, что может использоваться любая другая подходящая прядильная машина. Такие прядильные машины могут включать в себя, например, любую подходящую однониточную или трехниточную прядильную машину изготовления компании Oerlika Neumag, г. Ноймюнстер, Германия, или любой другой компании.

[0044] В различных вариантах осуществления улучшенная прочность вторичного полимера PET, полученного с использованием вышеописанного процесса, позволяет пропускать его через прядильную машину 500 на более высоких скоростях, чем это было бы возможно с использованием чистого исходного полимера PET. Это может позволить более высокие скорости обработки, чем при использовании исходного полимера PET.

Резюме примерного процесса

[0045] Фиг.5 показывает высокоуровневую блок-схему различных вариантов осуществления описанного выше способа изготовления объемной непрерывной нити. Как показано на этой блок-схеме, способ начинается со стадии 602, где вторичные бутылки из PET размалываются на группу хлопьевидных частиц. Затем на стадии 604 группа хлопьевидных частиц промывается для того, чтобы удалить загрязнения с соответствующих наружных поверхностей хлопьевидных частиц. Затем на стадии 606 группа хлопьевидных частиц сканируется (например, с использованием одного или более обсужденных выше способов) для того, чтобы идентифицировать примеси, включая загрязненные хлопьевидные частицы. Эти примеси и загрязненные хлопьевидные частицы затем удаляются из группы хлопьевидных частиц.

[0046] Затем на стадии 608 группа хлопьевидных частиц пропускается через MRS экструдер при поддержании давления внутри

части MRS экструдера ниже приблизительно 1,5 мбар. На стадии 610 полученный полимерный расплав пропускается по меньшей мере через один фильтр с размером ячейки меньше чем приблизительно 50 мкм. Наконец, на стадии 612 переработанный полимер формуется в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно, которое может использоваться в производстве ковров. Способ заканчивается на стадии 614.

Альтернативные варианты осуществления

[0047] В конкретных вариантах осуществления система может содержать альтернативные компоненты или выполнять альтернативные процессы для того, чтобы производить по существу непрерывное ВСГ из 100% вторичного PET или другого вторичного полимера. Примерные альтернативы обсуждаются ниже.

He-MRS система экструдирования

[0048] В конкретных вариантах осуществления процесс может использовать систему экструдирования полимерного потока, отличающуюся от MRS экструдера, описанного выше. Альтернативная система экструдирования может включать в себя, например, двухшнековый экструдер, многошнековый экструдер, планетарный экструдер или любую другую подходящую систему экструдирования. В одном конкретном варианте осуществления процесс может включать в себя множество из любой комбинации любых подходящих экструдеров с коническим шнеком (например, четыре двухшнековых экструдера, три многошнековых экструдера и т.д.).

Получение ковровой пряжи из 100% переработанного ковра

[0049] В конкретных вариантах осуществления описанный выше процесс может быть адаптирован для обработки старых ковров (или любого другого подходящего использованного продукта) для изготовления новой ковровой пряжи, содержащей 100% переработанных ковров. В таких вариантах осуществления процесс начинается с размола и промывки использованных ковров вместо использованных бутылок из PET. В различных вариантах осуществления, в которых старые ковры преобразуются в новую ковровую пряжу, содержащую 100% переработанных ковров, процесс может содержать дополнительные стадии для удаления дополнительных материалов или примесей, которые могут

присутствовать в использованных коврах, и которые могут не присутствовать в использованных бутылках из PET (например, основа ковра, клейкое вещество и т.д.).

Другие источники вторичного PET

[0050] В различных вариантах осуществления описанный выше процесс адаптируется для обработки вторичного PET из любого подходящего источника (например, источников, отличающихся от использованных бутылок или ковров) для изготовления новой ковровой пряжи, содержащей 100% вторичного PET.

Использование кристаллизатора как части процесса BCF

[0051] В различных вариантах осуществления процесс для изготовления вторичного BCF может дополнительно включать в себя стадию кристаллизации, которая использует один или более кристаллизаторов PET. В конкретных вариантах осуществления система выполнена с возможностью выполнения стадии кристаллизации на размолотых хлопьевидных частицах перед пропусканием хлопьевидных частиц через один или более экструдеров (например, одношнековый экструдер, MRS экструдер и т.д.). В конкретных вариантах осуществления кристаллизатор PET содержит корпус, шнек бункера (например, винтовой транспортер), расположенный по меньшей мере частично внутри корпуса, мешалку, один или более нагревательных элементов и один или более вентиляторов.

Шнек бункера

[0052] В конкретных вариантах осуществления шнек бункера содержит любой подходящий шнековый конвейер (например, такой как спираль Архимеда) для перемещения жидких или гранулированных материалов (например, таких как хлопьевидные частицы PET). В различных вариантах осуществления шнек бункера содержит по существу цилиндрический вал и спиральную лопасть шнека, расположенную вдоль по меньшей мере части этого цилиндрического вала. В конкретных вариантах осуществления по существу цилиндрический вал выполнен с возможностью вращения лопасти шнека, заставляя этот шнек бункера перемещать материал (например, хлопьевидные частицы PET) вдоль цилиндрического вала в корпус кристаллизатора. В других вариантах осуществления шнек

бункера содержит любой другой подходящий шнековый конвейер, такой как, например, безваловая спираль. В тех вариантах осуществления, в которых шнек бункера содержит безваловую спираль, безваловая спираль может быть по существу закреплена на одном конце и свободна на другом конце, и выполнена с возможностью ее приведения в движение на закрепленном конце. В различных вариантах осуществления шнек бункера располагается по меньшей мере частично внутри корпуса кристаллизатора.

[0053] В различных вариантах осуществления шнек бункера выполнен с возможностью подачи хлопьевидных частиц РЕТ в кристаллизатор. В различных вариантах осуществления кристаллизатор РЕТ выполнен с возможностью подачи хлопьевидных частиц РЕТ в кристаллизатор с использованием шнека бункера с относительно медленной скоростью.

Один или более нагревательных элементов

[0054] В различных вариантах осуществления кристаллизатор содержит один или более нагревательных элементов для повышения температуры внутри кристаллизатора. В конкретных вариантах осуществления один или более нагревательных элементов содержат один или более элементы электрических нагревательных элементов, один или более газовых нагревательных элементов или любые другие подходящие нагревательные элементы. В некоторых вариантах осуществления один или более нагревательных элементов могут приводиться в действие по существу электрически. В различных вариантах осуществления один или более нагревательных элементов содержат один или более инфракрасных нагревательных элементов. В других вариантах осуществления один или более нагревательных элементов могут использовать природный газ, такой как, например, пропан. В конкретных вариантах осуществления один или более нагревательных элементов выполнены с возможностью повышения температуры внутри кристаллизатора до приблизительно 100-180 градусов по Фаренгейту. В других вариантах осуществления один или более нагревательных элементов выполнены с возможностью повышения температуры внутри кристаллизатора до приблизительно 100-180 градусов Цельсия. В некоторых вариантах осуществления один или более нагревательных элементов выполнены с возможностью

поддержания такой температуры внутри кристаллизатора, которая является по существу приблизительно максимальной температурой кристаллизации PET. В конкретных вариантах осуществления максимальная температура кристаллизации PET составляет приблизительно 140–230 градусов Цельсия.

Один или более вентиляторов

[0055] В различных вариантах осуществления кристаллизатор дополнительно содержит один или более вентиляторов, выполненных с возможностью продувать воздух над хлопьевидными частицами по мере того, как они проходят через кристаллизатор. В конкретных вариантах осуществления один или более вентиляторов содержат любые подходящие вентиляторы для перемещения воздуха по существу через площадь поверхности хлопьевидных частиц по мере того, как они проходят через кристаллизатор. Например, в некоторых вариантах осуществления один или более вентиляторов содержат одну или более подходящих лопастей или других подходящих механизмов для перемещения воздуха. В различных вариантах осуществления один или более вентиляторов выполнены с возможностью продувать воздух, который был по меньшей мере частично нагрет одним или более нагревательными элементами. В конкретных вариантах осуществления один или более вентиляторов выполнены с возможностью продувать воздух, имеющий температуру по меньшей мере приблизительно 140 градусов по Фаренгейту. В других конкретных вариантах осуществления один или более вентиляторов выполнены с возможностью продувать воздух, имеющий температуру по меньшей мере приблизительно 140 градусов по Цельсию. В других вариантах осуществления один или более вентиляторов выполнены с возможностью поддерживать температуру в кристаллизаторе в диапазоне приблизительно 140–180 градусов по Фаренгейту. В некоторых вариантах осуществления один или более вентиляторов выполнены с возможностью продувать горячий воздух из нижней части кристаллизатора и вытягивать воздух из верхней части кристаллизатора.

Мешалка

[0056] В различных вариантах осуществления кристаллизатор содержит мешалку, которая содержит любое подходящее устройство

для перемешивания хлопьевидных частиц PET в то время, как они проходят через кристаллизатор. В различных вариантах осуществления мешалка может приводиться в движение, например, с помощью любого подходящего редукторного двигателя. В одном конкретном варианте осуществления мешалка содержит подходящий стержень или другой подходящий механизм, установленный так, чтобы он вращался или иным образом перемешивал хлопьевидные частицы PET по мере того, как они проходят через кристаллизатор. В других вариантах осуществления мешалка может содержать любой подходящий кантователь, который может, например, содержать барабан, установленный так, чтобы он вращался посредством редукторного двигателя таким образом, чтобы хлопьевидные частицы PET по меньшей мере частично размешивались и/или перемешивались, когда они находятся внутри этого барабана. В других вариантах осуществления мешалка содержит один или более шнеков и/или винтовых транспортеров, выполненных с возможностью вращаться и перемешивать хлопьевидные частицы PET. В конкретных вариантах осуществления мешалка содержит шнек бункера.

[0057] Как можно понять из данного раскрытия, мешалка выполнена с возможностью размешивать или перемешивать хлопьевидные частицы PET по мере того, как один или более вентиляторов продувают воздух, нагретый одним или более нагревательными элементами, через хлопьевидные частицы PET. В конкретных вариантах осуществления мешалка выполнена с возможностью по меньшей мере частично уменьшать агломерацию (например, слипание или комкование хлопьевидных частиц) в то время, как хлопьевидные частицы по меньшей мере частично кристаллизуются в кристаллизаторе.

[0058] В конкретных вариантах осуществления кристаллизатор по меньшей мере частично подсушивает поверхность хлопьевидных частиц PET. В различных вариантах осуществления кристаллизатор PET выполнен с возможностью уменьшения содержания влаги в хлопьевидных частицах PET до приблизительно 50 частей на миллион. В других вариантах осуществления кристаллизатор PET выполнен с возможностью уменьшения содержания влаги в хлопьевидных частицах PET до приблизительно 30-50 частей на

миллион.

[0059] В различных вариантах осуществления использование более сухих хлопьевидных частиц может позволить системе пропускать хлопьевидные частицы через MRS экструдер более медленно, что может обеспечить более высокое давление внутри MRS экструдера во время экструдирования (например, может позволить системе поддерживать более высокое давление внутри MRS экструдера вместо очень низкого давления). В различных вариантах осуществления процесса система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддерживать давление внутри MRS экструдера равным приблизительно 0-25 мбар. В конкретных вариантах осуществления, таких как варианты осуществления, в которых хлопьевидные частицы PET пропускаются через кристаллизатор до экструдирования в MRS экструдере, система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддерживать давление внутри MRS экструдера равным приблизительно 0-18 мбар. В других вариантах осуществления система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддерживать давление внутри MRS экструдера равным приблизительно 0-12 мбар. В других вариантах осуществления система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддерживать давление внутри MRS экструдера равным приблизительно 0-8 мбар. В других вариантах осуществления система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддерживать давление внутри MRS экструдера равным приблизительно 5-10 мбар. В конкретных вариантах осуществления система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддерживать давление внутри MRS экструдера равным приблизительно 5 мбар, приблизительно 6 мбар, приблизительно 7 мбар, приблизительно 8 мбар, приблизительно 9 мбар, или равным любому подходящему давлению в диапазоне приблизительно 0-25 мбар.

[0060] В конкретных вариантах осуществления кристаллизатор заставляет хлопьевидные частицы по меньшей мере частично уменьшаться в размере, что может, например, уменьшить потенциал слипания хлопьевидных частиц. В конкретных вариантах

осуществления кристаллизатор может в частности уменьшать клейкость больших хлопьевидных частиц, которые могут, например, включать в себя хлопьевидные частицы, содержащие части размолотых бутылок из РЕТ, которые могут быть более толстыми, чем другие части бутылок РЕТ (например, хлопьевидные частицы, полученные из винтовой части бутылки из РЕТ, на которую обычно навинчивается крышка).

Использование в процессе мусорного вторсырья по сравнению с залоговыми бутылками

[0061] В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью использовать вторичный РЕТ различного качества в описанном выше процессе. Например, в различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью производить объемное непрерывное элементарное ковровое волокно из РЕТ, получаемого из бутылок мусорного вторсырья (например, бутылок из РЕТ, которые были собраны как часть общей программы сбора вторсырья или другого источника вторсырья), а также из залоговых бутылок (например, бутылок, сдаваемых в рамках залоговой программы). В различных вариантах осуществления мусорные вторичные бутылки могут потребовать более тщательной обработки для того, чтобы произвести объемную непрерывную нить, поскольку мусорные бутылки из РЕТ могут быть смешаны или иным образом включать в себя загрязнения, такие как, например: другие пригодные для повторного использования материалы (например, бумагу, другие пластмассы и т.д.), мусор и другие бутылки не из РЕТ благодаря несовершенной сортировке вторсырья или по любой другой причине. Залоговые бутылки из РЕТ могут включать в себя бутылки из РЕТ с меньшим количеством нежелательных загрязнений, частично потому, что залоговые бутылки из РЕТ могут собираться отдельно от других годных для повторного использования или одноразовых товаров.

[0062] В различных вариантах осуществления мусорные бутылки из РЕТ, собранные в конкретные времена года, могут включать в себя больше примесей и других загрязнений, чем в другие времена года. Например, мусорные бутылки из РЕТ, собранные в течение летних месяцев, могут содержать более высокий процент чистых

бутылок из PET (например, бутылок из-под воды), по меньшей мере частично благодаря дополнительному потреблению воды в течение летних месяцев.

[0063] В различных вариантах осуществления описанная выше система может быть выполнена с возможностью регулировки конкретных компонентов процесса на основе, по меньшей мере частично, источника вторичного PET, используемого для изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна. Например, поскольку залоговые бутылки из PET включают в себя меньше примесей, требующих удаления во время фаз начальной очистки и сортировки, система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддержания такого давления внутри MRS экструдера, которое является более высоким, чем необходимое при обработке хлопьевидных частиц PET, получаемых из мусорных источников вторсырья. В одном конкретный варианте осуществления система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддержания давления внутри MRS экструдера в диапазоне приблизительно 0-12 мбар, когда хлопьевидные частицы, полученные из залоговых бутылок из PET, проходят через MRS экструдер. В других вариантах осуществления система регулирования давления может быть выполнена с возможностью поддержания давления внутри MRS экструдера в таких случаях равным приблизительно 5-10 мбар.

[0064] В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью определения подходящего давления внутри MRS экструдера на основе, по меньшей мере частично, источника вторичного PET. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью опускать одну или более из вышеописанных стадий или включать одну или более дополнительных стадий на основе, по меньшей мере частично, источника вторичного PET.

Использование окрашенного PET и цветных добавок

[0065] В различных вариантах осуществления системы для изготовления описанной выше переработанной объемной непрерывной нити могут использовать окрашенные (цветные) использованные бутылки из PET (или другие контейнеры) в дополнение к бесцветным

бутылкам из PET, описанным в настоящем документе. Например, в конкретных вариантах осуществления система может использовать синие, зеленые, желтые или любые другие подходящие окрашенные бутылки в производстве переработанного BCF (например, вместо удаления по существу всего окрашенного PET из переработанного PET на начальных стадиях процесса). В некоторых вариантах осуществления процесс включает в себя одну или более дополнительных стадий, которые включают в себя, например, добавление одной или более красящих добавок (например, один или более растворов концентрата красителя), которые могут, например, разбавлять окрашивание получаемого переработанного волокна, вызываемое использованием окрашенного PET в процессе переработки.

Доля цветных хлопьевидных частиц

[0066] В различных вариантах осуществления бутылки из PET, используемые в производстве переработанного BCF, могут включать в себя конкретный процент чистых и окрашенных бутылок (например, по объему, по массе и т.д.). Например, в конкретных вариантах осуществления переработанный BCF может быть произведен с использованием по меньшей мере приблизительно 80% (например, 80%) бесцветных бутылок и не более, чем приблизительно 20% (например, 20%) окрашенных бутылок. В конкретных вариантах осуществления окрашенные бутылки, которые система использует наряду с чистыми бутылками для изготовления переработанного BCF, могут включать в себя только вторичные бутылки одного конкретного цвета (например, только зеленые бутылки, только синие бутылки, только желтые бутылки и т.д.). В конкретных вариантах осуществления система может быть выполнена с возможностью использования бутылок одного конкретного оттенка одного конкретного цвета. Например, в различных вариантах осуществления система может быть выполнена с возможностью использования более светлых синих бутылок (например, бутылок одного конкретного светлого оттенка синего), но не использовать более темные синие бутылки. В других вариантах осуществления система может быть выполнена с возможностью использования любых подходящих окрашенных бутылок (например, из других источников

вторичного PET) в любом подходящем соотношении.

[0067] В различных вариантах осуществления процесс может использовать от приблизительно 6,5% (например, 6,5%) до приблизительно 9% (например, 9%) окрашенного PET с остатком из бесцветного PET. В других вариантах осуществления процесс может использовать приблизительно 6-10% окрашенного PET. В других вариантах осуществления процесс может использовать вплоть до приблизительно 10% окрашенного PET с остатком из по существу бесцветного PET. В других вариантах осуществления процесс может использовать приблизительно 1-10% окрашенного PET с остатком из по существу бесцветного PET. В других вариантах осуществления процесс может использовать любое другое подходящее соотношение окрашенного вторичного PET и бесцветного вторичного PET.

Использование окрашенных хлопьевидных частиц на основе желаемого цвета ковра

[0068] В различных вариантах осуществления используемое в процессе количество окрашенных бутылок из PET может основываться, по меньшей мере частично, на цвете ковра, который будет в конечном счете сделан из переработанного BCF, производимого этим процессом. Например, для более темных ковров переработанный BCF, используемый при их изготовлении, может производиться с использованием более высокого процента окрашенных бутылок из PET. В различных вариантах осуществления использование более высокого процента окрашенных бутылок из PET может привести к более темному переработанному непрерывному элементарному волокну BCF, которое может быть, например, неподходящим для изготовления конкретных окрашенных ковров (например, более светлых ковров). Ковры, которые будут в конечном счете окрашены в более темные цвета (или окрашены раствором в более темный цвет), могут быть более подходящими для изготовления, использующего переработанный BCF, производимый, по меньшей мере частично, из окрашенных бутылок из PET. Например, производство переработанного BCF для использования в коричневых коврах может использовать по меньшей мере конкретное количество желтых бутылок из PET в процессе переработки (например, 20% желтых и 80% бесцветных, или любое другое подходящее

соотношение).

[0069] В одном конкретном примере система может использовать 2% или меньше окрашенных бутылок из PET в процессе изготовления BCF относительно светлого цвета. Это может помочь уменьшить или устранить необходимость использования корректирующего концентрата красителя (более подробно обсуждаемого ниже) для того, чтобы достичь BCF желаемого светлого цвета.

[0070] В некоторых ситуациях может быть выгодным использовать высокий процент окрашенных бутылок из PET, поскольку это может уменьшить количество раствора красителя, необходимое для достижения желаемого цвета. Например, может быть выгодно использовать приблизительно более 80%, приблизительно более 90%, приблизительно более 95% или приблизительно 100% окрашенного PET в процессе изготовления некоторого темного (или другого окрашенного) переработанного BCF. Например, в различных вариантах осуществления может быть выгодно использовать более чем 95% окрашенного PET при производстве темно-зеленого переработанного BCF, поскольку это может уменьшить количество раствора красителя, необходимое для достижения желаемого темно-зеленого цвета.

[0071] В различных вариантах осуществления может быть приемлемым использовать проценты окрашенного PET, которые являются обычными для приобретаемых партий мусорных бутылок. Такие проценты обычно составляют приблизительно 6,5-9,5% окрашенного PET. В конкретных ситуациях, когда такие диапазоны являются приемлемыми, система может не сортировать окрашенный и неокрашенный PET. Вместо этого окрашенный и неокрашенный PET обрабатываются и используются вместе. Однако не являющиеся PET полимеры могут отделяться от смеси и исключаться, как было описано выше.

Использование корректирующего концентрата красителя с окрашенным PET

[0072] В конкретных вариантах осуществления система выполнена с возможностью использования любой подходящей методики крашения в растворе для того, чтобы по меньшей мере частично

скорректировать (например, по существу скорректировать) любую окраску непрерывного элементарного волокна BCF, получаемого с помощью вышеупомянутого процесса при использовании окрашенного вторичного PET. В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления концентрата красителя к полимерным хлопьевидным частицам перед экструдированием (или к полимерному расплаву во время или после экструдирования) для того, чтобы по меньшей мере частично скорректировать окраску получаемого непрерывного элементарного волокна благодаря использованию окрашенного вторичного PET. В конкретных вариантах осуществления концентрат красителя может включать в себя любой подходящий концентрат красителя, который может, например, давать один конкретный цвет полимерного волокна (например, объемной непрерывной нити) после экструдирования. В различных вариантах осуществления добавление концентрата красителя к хлопьевидным частицам перед экструдированием может привести к полимерному непрерывному элементарному волокну, которое по меньшей мере частично пропитано (например, пропитано) цветным пигментом. В различных вариантах осуществления пропитка цветным пигментом может корректировать любую окраску получаемого волокна благодаря использованию окрашенного вторичного PET в процессе экструдирования. В конкретных вариантах осуществления ковер, произведенный из окрашенного раствором непрерывного элементарного волокна, может быть очень стойким к выцветанию под воздействием солнечного света, озона, активных чистящих средств, таких как отбеливатель, или других факторов.

[0073] В различных вариантах осуществления концентрат красителя включает в себя любую подходящую дисперсию красителя в совместимом носителе. В некоторых вариантах осуществления концентраты красителя разрабатываются так, чтобы при добавлении к природной смоле (например, PET) в заданной пропорции они окрашивали смолу по существу равномерно (например, равномерно), чтобы она соответствовала желаемому цвету. В некоторых вариантах осуществления краситель может содержать смеси пигментов в смоле, которые могут, например, включать в себя частицы нерастворимого окрашенного материала. В других вариантах осуществления

концентраты красителя могут включать в себя один или более растворимых в полимере красителей, которые являются подходящими по отдельности или в комбинации с одним или более пигментами.

[0074] В конкретных вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления приблизительно от 2 мас. % (например, 2 мас. %) до приблизительно 3 мас. % (например, 3 мас. %) концентрата красителя к хлопьевидному полимеру. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления от приблизительно 0 % (например, 0 %) до приблизительно 3 % (например, 3 %) концентрата красителя по массе или по объему. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления вплоть до приблизительно 6 мас. % (например, 6 мас. %) концентрата красителя к хлопьевидному полимеру перед экструдированием. В некоторых вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления приблизительно от 1 мас. % (например, 1 мас. %) до приблизительно 3 мас. % (например, 3 мас. %) концентрата красителя к хлопьевидному полимеру. В других вариантах осуществления система выполнена с возможностью добавления любого подходящего количества концентрата красителя к хлопьевидному полимеру для того, чтобы достичь конкретного цвета расплавленного полимера (и в конечном счете полимерного волокна) после экструдирования.

[0075] Фиг.4 изображает вариант осуществления, в котором концентрат красителя добавляется к хлопьевидному полимеру (например, к смеси окрашенных и бесцветных хлопьевидных частиц PET) перед подачей хлопьевидных частиц в первую одношнековую секцию 410 экструдера. Следует понимать, что в других вариантах осуществления концентрат красителя может добавляться во время любой другой подходящей фазы процесса, описанного в этом документе. Например, в различных вариантах осуществления, таких как любой из обсужденных выше примеров, система может быть выполнена с возможностью добавления концентрата красителя после экструдирования хлопьевидного полимера первой одношнековой секцией 410 экструдера, но до подачи полученного полимерного расплава через MRS секцию 420 экструдера, обсужденную в настоящем документе. В других вариантах осуществления система

может добавлять концентрат красителя после того, как хлопьевидные частицы пройдут через MRS секцию 420 экструдера, перед прохождением полимерного расплава через вторую одношнековую секцию 440, обсужденную в настоящем документе. В других вариантах осуществления система может добавлять концентрат красителя в то время, как хлопьевидные частицы и/или полимерный расплав экструдироваться в первой одношнековой секции 410 экструдера, MRS секции 420, второй одношнековой секции 440, или на любой другой подходящей фазе процесса. В других вариантах осуществления система может добавлять концентрат красителя во время одной или более (например, множества) фаз описанного в настоящем документе процесса (например, система может добавлять некоторое количество концентрата красителя к хлопьевидному полимеру перед прохождением хлопьевидных частиц через одношнековую секцию 410 экструдера и некоторое дополнительное количество концентрата красителя после экструдирования через MRS секцию 420).

[0076] В различных вариантах осуществления использование концентрата красителя по меньшей мере частично маскирует любую окраску получаемой объемной непрерывной нити, создаваемой с использованием вышеупомянутого процесса, использующего окрашенный вторичный PET. В таких вариантах осуществления получаемая объемная непрерывная нить может иметь цвет, который по существу подобен цвету объемной непрерывной нити, произведенной с использованием только по существу бесцветного (например, бесцветного) вторичного PET и концентрата красителя.

По существу автоматизированное крашение в растворе

[0077] В различных вариантах осуществления система выполнена с возможностью по существу автоматически регулировать количество концентрата красителя, добавляемого к хлопьевидному полимеру и/или полимерному расплаву, для того, чтобы произвести желаемый цвет непрерывного элементарного волокна BCF. В различных других вариантах осуществления система выполнена с возможностью по существу автоматически определять количество концентрата красителя, которое нужно добавить к окрашенному PET для того, чтобы в достаточной степени скомпенсировать цвет

окрашенного PET. В таких вариантах осуществления система может, например, использовать подходящий контур обратной связи, который включает в себя: (1) определение цвета объемной непрерывной нити, производимой с помощью процесса; (2) определение того, является ли этот цвет приемлемым (например, если он является конкретным целевым цветом и/или цветом, соответствующим одному или более predetermined цветовым ориентирам); и (3) по существу автоматическое регулирование количества концентрата красителя, добавляемого к окрашенному PET выше по течению, на основе, по меньшей мере частично, определенного цвета (если он является приемлемым в соответствии с одним или более predetermined цветовыми ориентирами). В конкретных вариантах осуществления система выполнена с возможностью автоматически регулировать количество концентрата красителя, добавляемого к окрашенному (цветному) PET, чтобы гарантировать, что его будет достаточно для того, чтобы получаемый окрашенный PET удовлетворял одному или более predetermined цветовым ориентирам.

Крашение без раствора для маскировки окрашенного PET в получаемом непрерывном элементарном волокне

[0078] В различных вариантах осуществления процесс может использовать любую подходящую методику крашения, отличающуюся от описанной выше методики крашения в растворе, для того, чтобы по меньшей мере частично маскировать окраску непрерывного элементарного волокна, производимого с использованием описанного в настоящем документе процесса получения вторичного BCF с использованием окрашенного вторичного PET. Например, в различных вариантах осуществления процесс может использовать любую подходящую методику крашения в мотках, любую подходящую методику непрерывного крашения, любую подходящую методику полихроматического крашения (шенье), любую подходящую методику кубового крашения или любую другую подходящую методику крашения или подходящую комбинацию методик крашения.

Смешивание PTT с PET для увеличения окрашиваемости

[0079] В различных вариантах осуществления, таких как варианты осуществления, в которых процесс включает в себя

добавление одного или более растворов красителя ко вторичному PET, который включает в себя окрашенный PET, процесс может включать в себя добавление политриметилтерефталата (РТТ) (или любой другой подходящей добавке) к PET перед экструдированием, во время экструдирования, вместе с концентратом красителя, отдельно от концентрата красителя, или в любое другое подходящее время. В различных вариантах осуществления эта смесь РТТ (или другой добавки) и PET может иметь улучшенную окрашиваемость по сравнению с PET, который не был смешан с РТТ. В конкретных вариантах осуществления процесс включает в себя использование в смеси от приблизительно 5% (например, 5%) до приблизительно 14% (например, 14%) РТТ (или другой добавки) по массе или по объему. В других вариантах осуществления процесс включает в себя использование в смеси от приблизительно 6% (например, 6%) до приблизительно 10% (например, 10%) РТТ (или другой добавки) по массе или по объему. В других вариантах осуществления процесс включает в себя добавление вплоть до приблизительно 14% (например, 14%) РТТ (или другой добавки) по объему или по массе (например, от приблизительно 0% до приблизительно 14% РТТ). В различных вариантах осуществления добавление РТТ (или другой добавки) к PET может уменьшать стоимость крашения получаемого волокна.

[0080] В различных вариантах осуществления процесс может использовать первичный РТТ. В других вариантах осуществления процесс может использовать вторичный РТТ. В некоторых вариантах осуществления РТТ может быть переработан из любого подходящего источника, такого как, например, использованные ковры из РТТ, использованные продовольственные контейнеры и/или другие подходящие продукты из РТТ. В различных вариантах осуществления РТТ может включать в себя вторичный РТТ, извлеченный (например, переработанный) с использованием описанного в настоящем документе процесса.

[0081] В различных вариантах осуществления вышеупомянутый процесс может быть подходящим для переработки РТТ для использования в смешивании вторичного РТТ (или другой подходящей добавки) с PET для того, чтобы улучшить окрашиваемость PET

благодаря сходному химическому составу РТТ и РЕТ. Получаемая комбинация может иметь более высокую долговечность и упругость, чем обычные полиэстеры (например, РЕТ). В конкретных вариантах осуществления РТТ является особенно полезным в производстве ковров благодаря стойкости РТТ к загрязнениям. Ковры из РТТ могут, например, по меньшей мере в целом сохранять свой первоначальный внешний вид благодаря простой очистке пылесосом и мытью горячей водой. Это может приводить, например, к увеличению срока службы коврового покрытия, изготовленного с использованием РТТ. В конкретных вариантах осуществления РТТ является по существу гидрофобным, что может способствовать стойкости ковров из РТТ к загрязнениям. В различных вариантах осуществления ковры из РТТ также являются по существу мягкими (например, на ощупь). Мягкость ковров из РТТ может быть обусловлена, например, отсутствием химикатов местного применения для защиты от пятен из-за присущих РТТ гидрофобных тенденций. Следует понимать, основываясь на вышеприведенном обсуждении, что любая подходящая добавка может использоваться вместо или в дополнение к РТТ в обсужденных выше примерах.

Добавление усилителей окрашивания

[0082] В различных вариантах осуществления, таких как варианты осуществления, в которых процесс включает в себя добавление одного или более усилителей окрашивания ко вторичному РЕТ, который включает в себя окрашенный РЕТ, процесс может включать в себя добавление DEG (или любого другого подходящего усилителя окрашивания) к РЕТ перед экструдированием, во время экструдирования, вместе с концентратом красителя, отдельно от концентрата красителя, или в любое другое подходящее время. В различных вариантах осуществления смесь усилителя окрашивания и РЕТ может иметь улучшенную окрашиваемость по сравнению с РЕТ, который не был смешан с усилителем окрашивания. В конкретных вариантах осуществления процесс включает в себя использование в смеси от приблизительно 0% (например, 0%) до приблизительно 5% (например, 5%) усилителя окрашивания (например, DEG) по массе или по объему. В некоторых вариантах осуществления процесс включает в себя использование в смеси от приблизительно 1%

(например, 1%) до приблизительно 2% (например, 2%) усилителя окрашивания (например, DEG) по массе или по объему.

Заключение

[0083] Множество модификаций и других вариантов осуществления настоящего изобретения могут быть сделаны специалистом в данной области техники, основываясь на преимуществах представленного выше описания вместе с сопроводительными чертежами. Например, хотя обсужденная выше вакуумная система описана как выполненная с возможностью поддержания давления в открытых камерах MRS экструдера на уровне приблизительно 1 мбар, в других вариантах осуществления вакуумная система может быть выполнена с возможностью поддержания давления в открытых камерах MRS экструдера на уровнях больше или меньше, чем 1 мбар. Например, вакуумная система может быть выполнена с возможностью поддержания этого давления в диапазоне от приблизительно 0,5 мбар до приблизительно 12 мбар.

[0084] Аналогичным образом, хотя различные описанные выше варианты осуществления систем могут быть выполнены с возможностью производить непрерывное элементарное ковровое волокно по существу только из вторичного PET (так, чтобы получаемое непрерывное элементарное ковровое волокно содержало, состояло из, и/или состояло по существу из вторичного PET), в других вариантах осуществления система может быть выполнена с возможностью производить непрерывное элементарное ковровое волокно из комбинации вторичного PET и первичного PET. Получаемое непрерывное элементарное ковровое волокно может, например, содержать, состоять из и/или состоять по существу из приблизительно 80-100% вторичного PET и приблизительно 0-20% первичного PET.

[0085] Кроме того, следует понимать, что когда в настоящем документе обсуждаются доли полимеров (например, в виде процентов), такие как соотношение окрашенного вторичного PET и бесцветного вторичного PET, концентрата красителя и хлопьевидного полимера и т.д., эти проценты могут включать в себя объемные проценты, массовые проценты, весовые проценты или

любую другую подходящую относительную меру.

[0086] Кроме того, в то время как различные варианты осуществления были обсуждены выше в отношении изготовления непрерывного элементарного коврового волокна из PET, аналогичные методики могут использоваться для изготовления непрерывного элементарного коврового волокна из других полимеров. Аналогичным образом, в то время как различные варианты осуществления были обсуждены выше в отношении изготовления непрерывного элементарного коврового волокна от PET, подобные методики могут использоваться для изготовления других продуктов из PET или из других полимеров.

[0087] В дополнение к этому, следует понимать, что различные варианты осуществления могут не содержать любую из описанных выше стадий, или могут содержать дополнительные стадии.

[0088] В свете вышесказанного следует понимать, что настоящее изобретение не должно быть ограничено конкретными раскрытыми вариантами осуществления и что модификации и другие варианты осуществления должны быть включены в рамки прилагаемой формулы изобретения. Хотя в настоящем документе используются конкретные термины, они используются только в общем и описательном смысле, а не для целей ограничения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления объемного непрерывного элементарного коврового волокна, содержащий:

(А) обеспечение многошнекового экструдера, который содержит:

(i) первый сателлитный шнековый экструдер, содержащий первый сателлитный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси первого сателлитного шнека;

(ii) второй сателлитный шнековый экструдер, содержащий второй сателлитный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси второго сателлитного шнека; и

(iii) систему регулирования давления, которая выполнена с возможностью поддерживать давление внутри первого и второго сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне от приблизительно 0 мбар до приблизительно 5 мбар;

(В) использование системы регулирования давления для уменьшения давления внутри первого и второго сателлитных шнековых экструдеров до диапазона от приблизительно 0 мбар до приблизительно 5 мбар;

(С) обеспечение множества полимерных хлопьевидных частиц, содержащих от приблизительно 6% до приблизительно 10% окрашенных хлопьевидных частиц из переработанного полиэтилентерефталата (РЕТ) и остальную часть в виде по существу бесцветных хлопьевидных частиц из переработанного РЕТ;

(D) обеспечение одного или более концентратов красителя;

(Е) добавление упомянутых одного или более концентратов красителя к упомянутому множеству полимерных хлопьевидных частиц таким образом, чтобы получаемая смесь содержала от приблизительно 0 мас.% до приблизительно 3 мас.% упомянутых одного или более концентратов красителя;

(F) при поддержании давления внутри первого и второго сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне от приблизительно 0 мбар до приблизительно 5 мбар пропускание упомянутого множества полимерных хлопьевидных частиц и упомянутых одного или более концентратов красителя через многошнековый экструдер для того, чтобы сформировать расплав полимера так, чтобы: (1) первая часть

полимерного расплава проходила через первый сателлитный шнековый экструдер, и (2) вторая часть полимерного расплава проходила через второй сателлитный шнековый экструдер; и

(G) после стадии пропускания полимерного расплава через многошнековый экструдер формирование переработанного полимера в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно.

2. Способ по п.1, в котором окрашенные переработанные хлопьевидные частицы PET состоят по существу из окрашенных хлопьевидных частиц PET, полученных из переработанных бутылок из PET.

3. Способ по п.2, в котором окрашенные переработанные хлопьевидные частицы PET содержат один или более цветов, выбираемых из группы, состоящей из:

- i. желтых хлопьевидных частиц PET;
- ii. синих хлопьевидных частиц PET; и
- iii. зеленых хлопьевидных частиц PET.

4. Способ по п.1, дополнительно содержащий:

обеспечение датчика цвета, выполненного с возможностью определения цвета полимерного расплава; и

по существу автоматическое регулирование количества упомянутых одного или более концентратов красителя, добавляемого к упомянутому множеству полимерных хлопьевидных частиц, по меньшей мере частично на основе определенного цвета полимерного расплава.

5. Способ по п.4, в котором упомянутое множество полимерных хлопьевидных частиц содержит:

приблизительно 6-10 мас.% окрашенных переработанных хлопьевидных частиц PET;

вплоть до приблизительно 6 мас.% политриметилентерефталата; и

остальную часть в виде по существу бесцветных переработанных хлопьевидных частиц PET.

6. Способ по п.5, в котором упомянутое множество полимерных хлопьевидных частиц содержит:

приблизительно 7-9 мас.% окрашенных переработанных хлопьевидных частиц PET;

приблизительно 5-6 мас.% РТТ; и
остальную часть в виде по существу бесцветных
переработанных хлопьевидных частиц РЕТ.

7. Способ по п.1, в котором упомянутые один или более концентратов красителя по меньшей мере частично корректируют окраску объемного непрерывного элементарного коврового волокна от окрашенных переработанных хлопьевидных частиц РЕТ.

8. Способ изготовления непрерывного элементарного коврового волокна из бесцветных и окрашенных вторичных бутылок из РЕТ, содержащий стадии:

- (А) обеспечения множества вторичных бутылок из РЕТ;
- (В) размалывания множества вторичных бутылок из РЕТ на группу полимерных хлопьевидных частиц, содержащих вплоть до приблизительно 10 мас.% окрашенных полимерных хлопьевидных частиц с остатком по существу из бесцветных полимерных хлопьевидных частиц;
- (С) промывки этой группы полимерных хлопьевидных частиц;
- (D) обеспечения концентрата красителя;
- (Е) смешивания концентрата красителя с группой полимерных хлопьевидных частиц, чтобы сформировать смесь концентрат-полимер, содержащую вплоть до приблизительно 3 мас.% концентрата красителя с остатком из группы полимерных хлопьевидных частиц;
- (F) плавления смеси концентрат-полимер для получения полимерного расплава;
- (G) обеспечения экструдера, который экструдирует материал на множество различных экструзионных потоков;
- (H) уменьшения давления внутри экструдера до приблизительно 0-12 мбар;
- (I) при поддержании давления внутри экструдера в диапазоне приблизительно 0-12 мбар, пропускания полимерного расплава через экструдер так, чтобы полимерный расплав делился на множество экструзионных потоков, каждый из которых имеет давление в диапазоне приблизительно 0-12 мбар;
- (J) после пропускания полимерного расплава через экструдер, фильтрования полимерного расплава по меньшей мере через один фильтр; и

(К) после пропускания полимерного расплава через фильтр, формования полимерного расплава в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно.

9. Способ по п.8, дополнительно содержащий:
обеспечение политриметилентерефталата (РТТ); и
добавление РТТ к смеси концентрат-полимер, так, чтобы смесь концентрат-полимер содержала:

вплоть до приблизительно 3 мас.% концентрата красителя;
вплоть до приблизительно 6 мас.% РТТ; и
остальную часть из группы полимерных хлопьевидных частиц.

10. Способ по п.9, в котором добавление РТТ к смеси концентрат-полимер увеличивает окрашиваемость получаемой смеси концентрат-полимер.

11. Способ по п.10, дополнительно содержащий добавление РТТ к смеси концентрат-полимер таким образом, чтобы смесь концентрат-полимер содержала:

концентрат красителя в количестве приблизительно 2-3 мас.%;
приблизительно 5-6 мас.% РТТ; и
остальную часть из группы полимерных хлопьевидных частиц.

12. Способ по п.8, дополнительно содержащий:
обеспечение одного или более датчиков цвета, выполненных с
возможностью определения цвета полимерного расплава; и

по существу автоматическое регулирование количества концентрата красителя, добавляемого к смеси концентрат-полимер, по меньшей мере частично на основе определенного цвета полимерного расплава.

13. Способ по п.12, в котором упомянутые один или более датчиков цвета содержат один или более датчиков цвета, выбираемых из группы, состоящей из:

одной или более камер; и
одного или более спектрографов.

14. Способ по п.8, в котором концентрат красителя по меньшей мере частично маскирует окрашивание объемного непрерывного элементарного коврового волокна, вызванное окрашенными полимерными хлопьевидными частицами.

15. Способ изготовления объемного непрерывного

элементарного коврового волокна, содержащий:

(А) обеспечение многошнекового экструдера, который содержит:

(i) первый сателлитный шнековый экструдер, содержащий первый сателлитный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси первого сателлитного шнека;

(ii) второй сателлитный шнековый экструдер, содержащий второй сателлитный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси второго сателлитного шнека;

(iii) третий сателлитный шнековый экструдер, содержащий третий сателлитный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси третьего сателлитного шнека;

(iv) четвертый сателлитный шнековый экструдер, содержащий четвертый сателлитный шнек, который установлен с возможностью вращения вокруг центральной оси четвертого сателлитного шнека; и

(v) систему регулирования давления, которая выполнена с возможностью поддерживать давление внутри первого, второго, третьего и четвертого сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне от приблизительно 1 мбар до приблизительно 18 мбар;

(В) использование системы регулирования давления для уменьшения давления внутри первого, второго, третьего и четвертого сателлитных шнековых экструдеров до диапазона от приблизительно 0 мбар до приблизительно 18 мбар;

(С) при поддержании давления внутри первого, второго, третьего и четвертого сателлитных шнековых экструдеров в диапазоне от приблизительно 1 мбар до приблизительно 18 мбар пропускание полимерного расплава через многошнековый экструдер так, чтобы: (1) первая часть расплава проходила через первый сателлитный шнековый экструдер, (2) вторая часть расплава проходила через второй сателлитный шнековый экструдер, (3) третья часть расплава проходила через третий сателлитный шнековый экструдер, и (4) четвертая часть расплава проходила через четвертый сателлитный шнековый экструдер, причем:

полимерный расплав содержит:

приблизительно 7–9 мас.% окрашенных переработанных хлопьевидных частиц РЕТ;

концентрат красителя в количестве приблизительно 2-3 мас.%;
и

остальную часть из переработанного по существу бесцветного РЕТ; и

(D) после стадии пропускания полимерного расплава через многошнековый экструдер формирование полимерного расплава в объемное непрерывное элементарное ковровое волокно.

16. Способ по п.15, дополнительно содержащий:

обеспечение одного или более датчиков цвета, выполненных с возможностью определения цвета полимерного расплава;

использование упомянутых одного или более датчиков цвета для определения цвета полимерного расплава;

определение того, является ли этот цвет желаемым цветом;

по меньшей мере частично в ответ на определение того, что цвет не является желаемым цветом, выполнение действия, выбираемого из группы, состоящей из:

увеличения количества концентрата красителя в упомянутом полимерном расплаве; и

уменьшения количества концентрата красителя в упомянутом полимерном расплаве.

17. Способ по п.16, в котором полимерный расплав содержит:

приблизительно 7-9 мас.% окрашенных переработанных хлопьевидных частиц РЕТ;

вплоть до приблизительно 5 мас.% РТТ;

концентрат красителя в количестве приблизительно 2-3 мас.%;

и

остальную часть из переработанного по существу бесцветного РЕТ.

18. Способ по п.15, в котором концентрат красителя по меньшей мере частично маскирует окрашивание объемного непрерывного элементарного коврового волокна, вызванное окрашенным переработанным РЕТ.

19. Способ по п.18, в котором объемное непрерывное элементарное ковровое волокно имеет цвет, который является по существу тем же самым, что и цвет объемного непрерывного элементарного коврового волокна, произведенного по существу

только из переработанного по существу бесцветного PET.

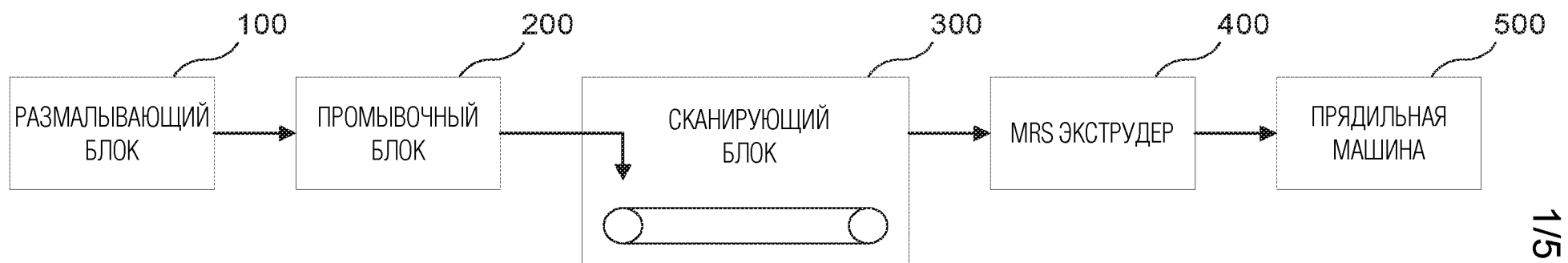
20. Способ по п.15, в котором окрашенный переработанный PET получается по существу из вторичных бутылок из PET, имеющих цвет, выбираемый из группы, состоящей из:

i. желтого;

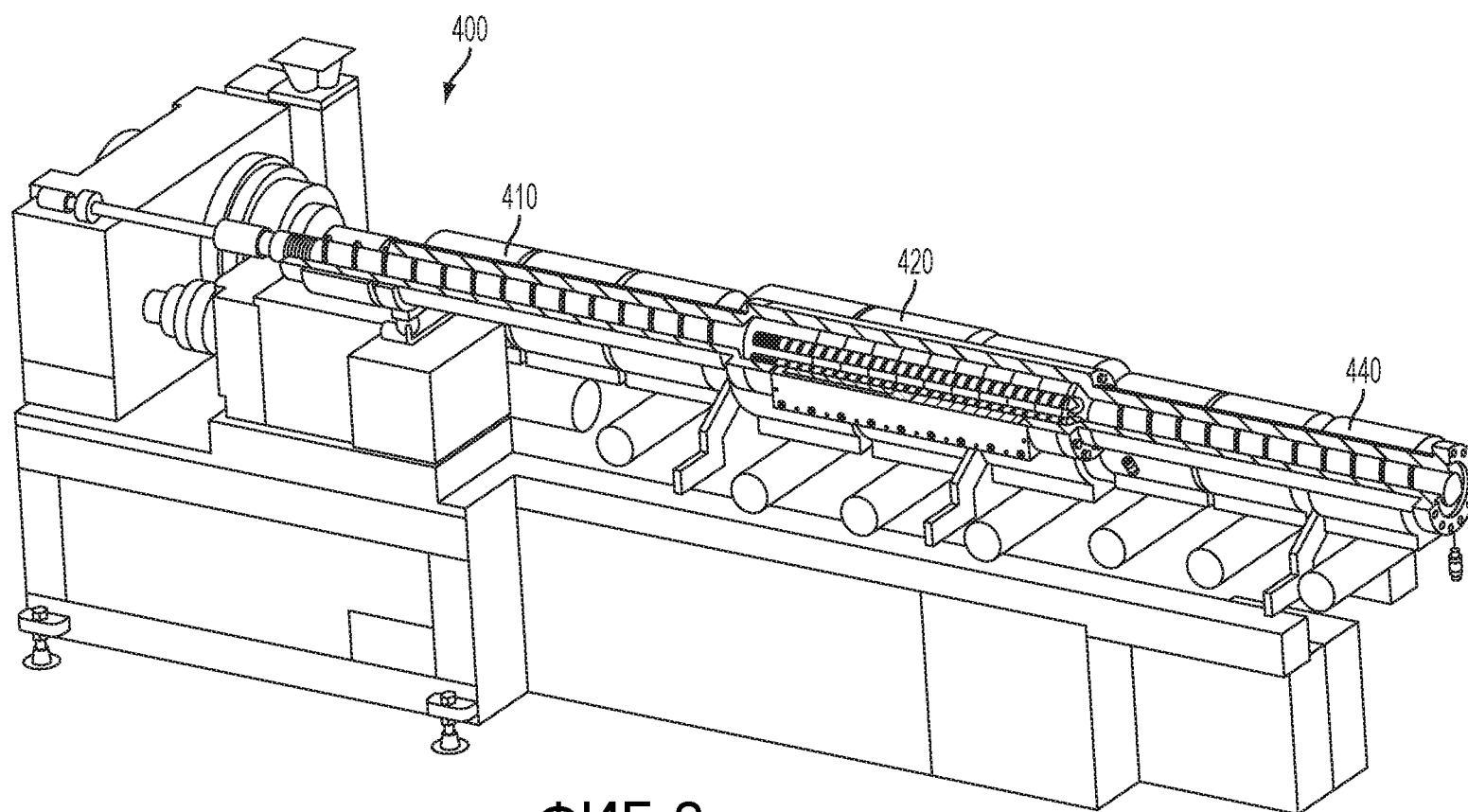
ii. синего; и

iii. зеленого.

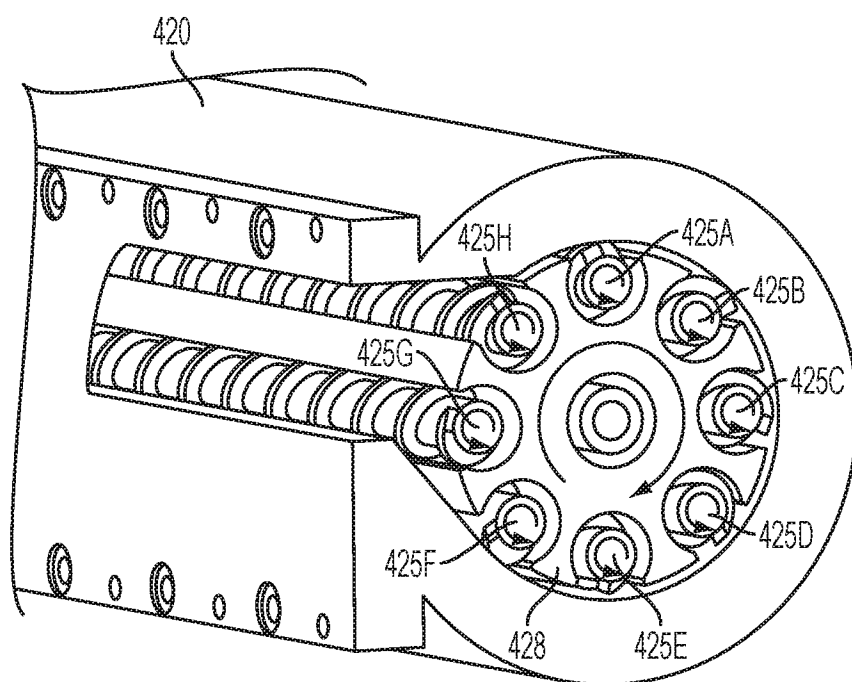
По доверенности



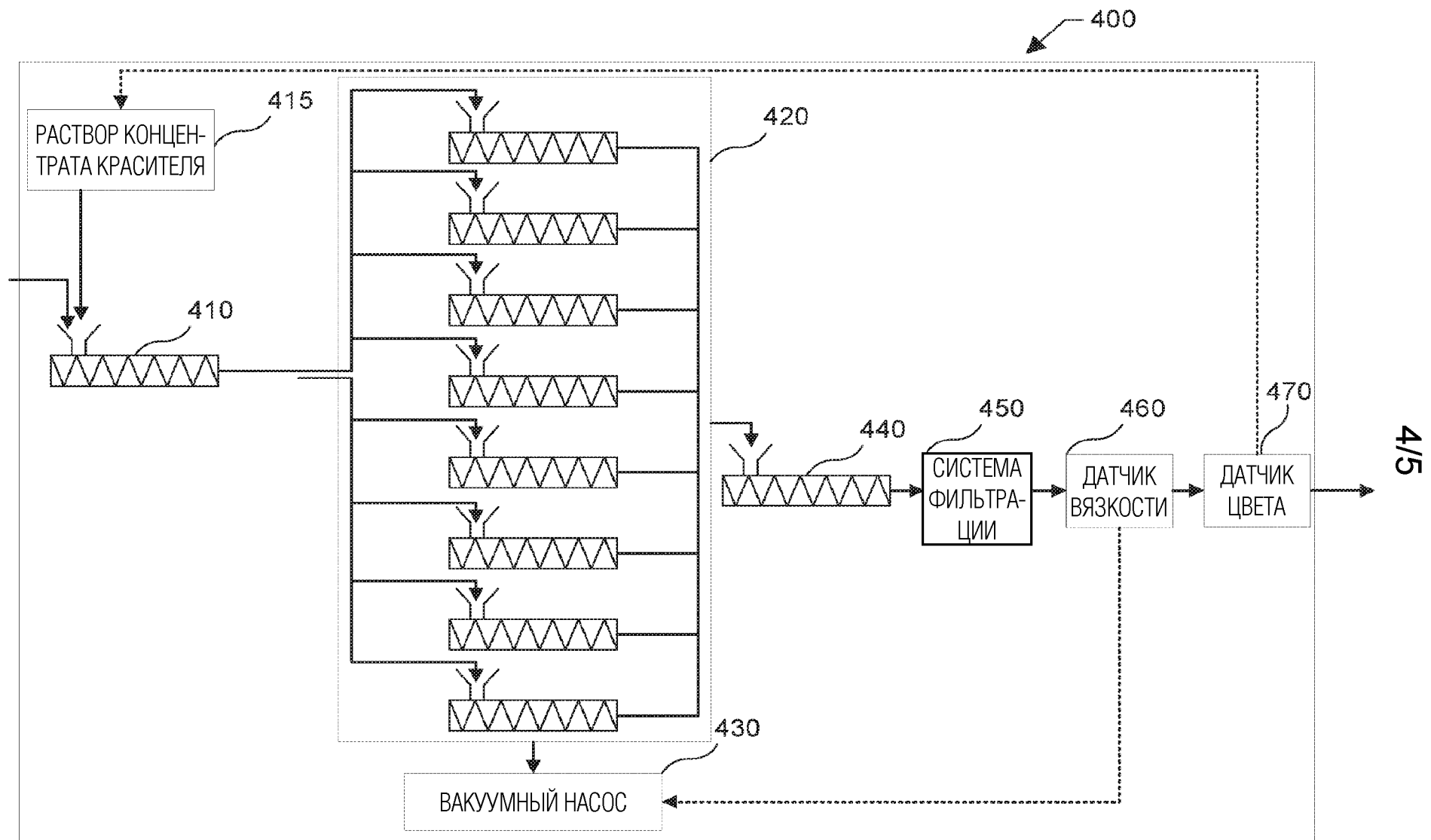
ФИГ. 1



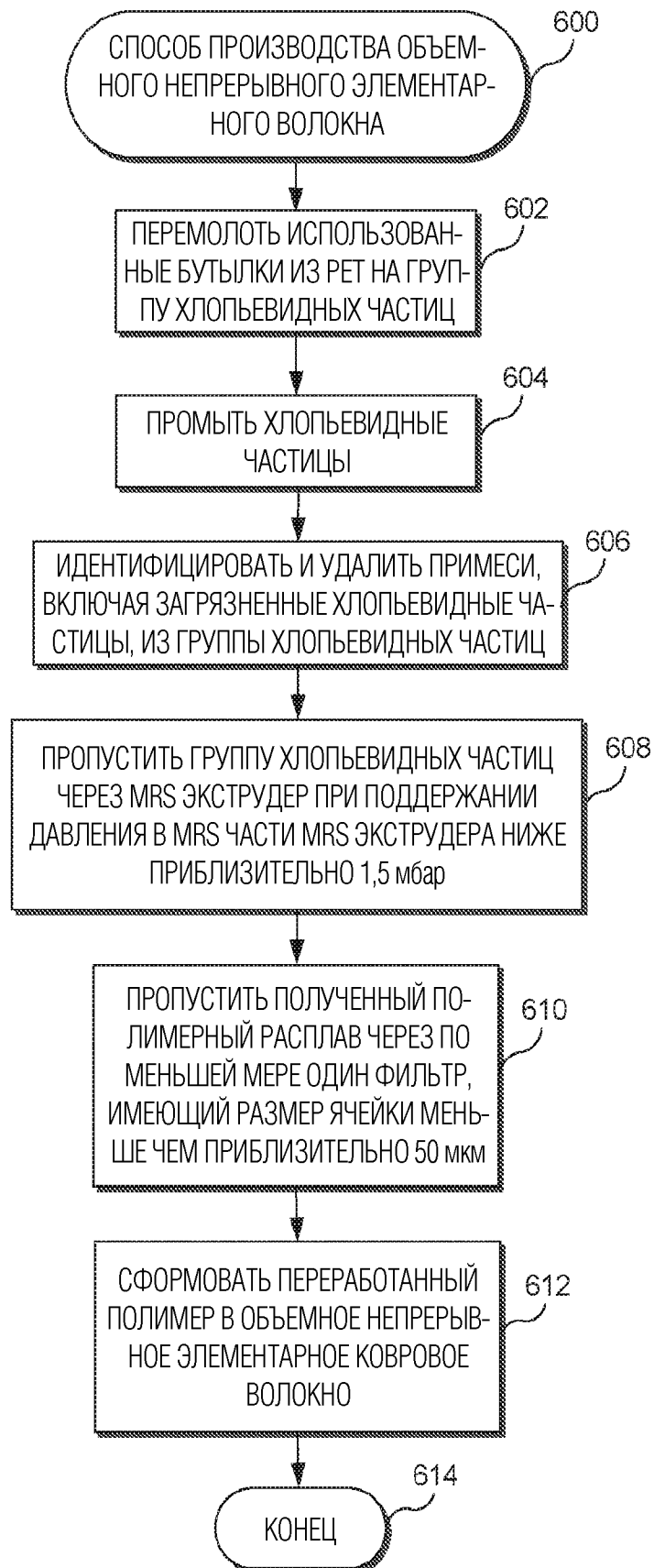
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5