

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037604**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента 2021.04.20	(51) Int. Cl. <i>B29C 39/14</i> (2006.01) <i>B01D 1/04</i> (2006.01) <i>B01D 1/08</i> (2006.01) <i>B01D 1/30</i> (2006.01) <i>B01D 3/06</i> (2006.01) <i>B01J 4/00</i> (2006.01) <i>B01J 19/24</i> (2006.01) <i>B65D 25/40</i> (2006.01)
(21) Номер заявки 201800540	
(22) Дата подачи заявки 2017.03.10	

(54) **КОНСТРУКЦИЯ ПЕРФОРИРОВАННОЙ СЕКЦИИ/ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ КОЛОННЫ
ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЛИСТИРОЛА**

(31) 15/085,464	(56) US-B2-8241459
(32) 2016.03.30	US-A1-20070120285
(33) US	US-B1-6780281
(43) 2019.02.28	US-A-5649043
(86) PCT/US2017/021875	US-A-3966538
(87) WO 2017/172327 2017.10.05	US-A-4934433
(71)(73) Заявитель и патентовладелец: ФИНА ТЕКНОЛОДЖИ, ИНК. (US)	US-A-5874525
(72) Изобретатель: Томлинсон Джон, Соса Хосе, Корлето Карлос Р., Кеннеди Рой (US)	
(74) Представитель: Черникова О.В. (RU)	

(57) Головная часть колонны содержит боковые проточные трубки, расположенные в параллельной конфигурации. Эти боковые проточные трубки входят в головную часть колонны через чередующиеся отверстия в головной части колонны, так что на каждую боковую проточную трубку приходится только одно отверстие в головной части колонны. Каждая из боковых проточных трубок содержит перфорированную секцию, расположенную внутри головной части колонны и имеющую некруглое поперечное сечение, при этом это некруглое поперечное сечение имеет форму кругового сектора, эллиптического сектора или неправильного четырехугольника. Способ содержит пропускание расплавленного полимера через боковые проточные трубки в головной части колонны. Расплавленный полимер выходит из боковых проточных трубок внутри головной части колонны. Способ содержит получение дегазированного полимера.

037604
B1

037604
B1

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Настоящая заявка претендует на приоритет заявки на выдачу патента США № 15/085464, поданной 30 марта 2016 г.

Область техники, к которой относится изобретение

Варианты настоящего изобретения относятся, в общем, к сосудам для обмена текучими средами. Более конкретно варианты настоящего изобретения относятся к перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ и способам распределения текучих сред в сосудах для обмена текучими средами.

Предпосылки к созданию изобретения

Полимер может быть выведен из реактора-полимеризатора и направлен в устройство для удаления летучих веществ, где из полимера могут быть удалены такие компоненты, как непрореагировавший мономер или растворитель. Например, летучие вещества можно удалять посредством вакуумной перегонки, импульсного дегазирования, десорбции, увеличения площади поверхности полимера или сочетания этих способов. Площадь поверхности полимера может быть увеличена путем пропускания этого полимера через перфорированную секцию устройства для удаления летучих веществ, представляющего собой совокупность одной или нескольких проточных трубок, имеющих небольшую перфорацию или отверстия, направленные в колонне вниз, для выпуска расплавленного полимера из отверстий вниз в виде непрерывных вертикальных нитей. Эти полимерные нити обеспечивают увеличенную площадь поверхности для удаления летучих веществ из полимера. В процессе опускания (падения) полимерных нитей внутри колонны для удаления летучих веществ из этих нитей выделяются непрореагировавший мономер и растворитель, тогда как сами полимерные нити собираются на дне колонны. Полимер, из которого удалены летучие вещества, может быть передан на последующие технологические операции обработки полимера.

Краткое изложение сущности изобретения

Настоящее изобретение предлагает колонну для удаления летучих веществ из полимера. Эта колонна для удаления летучих веществ содержит головную часть колонны, имеющую множество чередующихся отверстий. Множество боковых проточных трубок расположены параллельно одна другой. Каждая боковая проточная трубка входит в головную часть колонны через одно из указанных чередующихся отверстий в стенке головной части колонны, так что на каждую боковую проточную трубку приходится по одному из отверстий в головной части колонны. Каждая боковая проточная трубка имеет перфорированную секцию, расположенную внутри головной части колонны. Перфорированная секция имеет некруглое поперечное сечение. Это некруглое поперечное сечение может иметь форму кругового сектора, эллиптического сектора или неправильную четырехугольную форму.

Настоящее изобретение предлагает способ. Этот способ включает пропускание расплавленного полимера через боковые проточные трубки в головной части колонны для удаления летучих веществ. Боковые проточные трубки расположены в параллельной конфигурации и входят в головную часть колонны через множество чередующихся отверстий головной части колонны из расчета по одному отверстию в головной части колонны на каждую боковую проточную трубку. Расплавленный полимер выходит из боковых проточных трубок в виде нитей через перфорацию этих боковых проточных трубок внутри головной части колонны. Горизонтальные проточные трубки имеют некруглое поперечное сечение. Это некруглое поперечное сечение может иметь форму кругового сектора, эллиптического сектора или неправильную четырехугольную форму. Способ содержит получение дегазированного полимера.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение может быть понято из последующего подробного описания, прочитанного со ссылками на прилагаемые чертежи.

Фиг. 1А представляет вид сверху конструкции головной части колонны с распределителем для расплавленного полимера согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 1В представляет частичный вид сбоку конструкции колонны с распределителем расплавленного полимера согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 2А представляет частичный вид поперечного сечения внутренней опорной структуры по внутренней стенке головной части колонны согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 2В представляет частичный вид поперечного сечения альтернативной внутренней опорной структуры по внутренней стенке головной части колонны согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 3А представляет вид сбоку в разрезе внутренней опорной структуры согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 3В представляет вид сбоку в разрезе внутренней опорной структуры согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 3С представляет вид сбоку в разрезе внутренней опорной структуры согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 4 представляет вид сбоку в разрезе сварного соединения боковой проточной трубки согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 5 представляет вид сбоку в разрезе внешнего фланцевого соединения боковой проточной

трубки согласно некоторым вариантам.

Фиг. 6А представляет вид сбоку в разрезе внутреннего фланцевого соединения боковой проточной трубки согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 6В представляет вид сбоку в разрезе внутреннего фланцевого соединения боковой проточной трубки согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 7 представляет увеличенный вид в разрезе отверстия перфорированной секции, показывающий угол выхода нити, согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 8 представляет схему расположения отверстий перфорированной секции согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 9 и 10 представляет увеличенный вид в разрезе сужающихся отверстий перфорированной секции согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 11 представляет вид поперечного сечения перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, имеющего форму эллиптического сектора в поперечном сечении согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 12 представляет вид поперечного сечения перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, имеющего форму кругового сектора в поперечном сечении согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Фиг. 13 представляет вид поперечного сечения перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, имеющего форму неправильного четырехугольника в поперечном сечении согласно некоторым вариантам настоящего изобретения.

Подробное описание

Далее будет приведено подробное описание. Последующее описание содержит конкретные варианты, версии и примеры, но не ограничивается этими вариантами, версиями или примерами, которые введены сюда, чтобы позволить специалистам в рассматриваемой области изготовить и использовать предмет настоящего изобретения путем сочетания информации из настоящей заявки с доступными информацией и технологиями.

Ниже приведены различные термины, используемые здесь. В той части, в которой какой-либо термин, используемый в формуле изобретения, не определен ниже, этому термину должно быть дано самое широкое определение, которое ему придадут специалисты в рассматриваемой области, как это отражено в печатных публикациях и выданных патентах. Далее, если не указано иначе, все описываемые здесь соединения могут быть замещенными или незамещенными, а перечень таких соединений содержит также их производные.

Далее, ниже могут быть в явном виде указаны различные диапазоны и/или числовые ограничения. Следует понимать, что, если не указано иначе, крайние точки диапазонов могут быть взаимозаменяемыми. Там, где числовые диапазоны или ограничения установлены в явном виде, следует понимать, что совокупность таких явных диапазонов или ограничений содержит итеративные диапазоны или ограничения подобной величины, попадающие в пределы явно выраженных диапазонов или ограничений (например, запись "от примерно 1 до примерно 10" включает также 2, 3, 4 и т.д.; "больше 0,10" включает также 0,11, 0,12, 0,13 и т.д.).

Некоторые варианты настоящего изобретения относятся к головной части колонны, имеющей несколько боковых проточных трубок (далее "проточные трубки"). Проточные трубки расположены в параллельной конфигурации и входят в головную часть колонны через чередующиеся отверстия в этой головной части, так что на каждую боковую проточную трубку приходится одно отверстие в головной части. Внутри колонны проточные трубки имеют перфорированные секции, которые имеют некруглые поперечные сечения. Это некруглое поперечное сечение может иметь форму кругового сектора, эллиптического сектора или неправильного четырехугольника. Большинство отверстий в составе перфорации проточной трубки имеют максимальный угол выхода нити не более 45°, или 52°, или 52,5°, или 65°.

Конструкция головной части колонны.

Как показано на фиг. 1А и 1В, система распределения текучей среды может содержать колонну 100 для удаления летучих веществ, имеющую головную часть 101 колонны и корпус 128 колонны. Колонна 100 для удаления летучих веществ может использоваться для удаления летучих компонентов из полимера, прежде чем передать его на последующие технологические операции, такие как гранулирование и формование.

Головная часть 101 колонны может быть расположена рядом и над корпусом 128 колонны. Головная часть 101 колонны может быть соединена с корпусом 128 колонны посредством фланцевого соединения 133, сварного соединения или с применением какого-либо способа соединения, способного обеспечить герметичный не имеющий утечек стык между головной частью 101 колонны и корпусом 128 колонны, как должно быть известно специалистам в рассматриваемой области. Головная часть 101 колонны и корпус 128 колонны могут образовать, по существу, герметичную область для обработки текучих сред. В различных вариантах головная часть 101 колонны и корпус 128 колонны имеют круглую форму. В различных вариантах корпус 128 колонны имеет цилиндрическую форму, коническую форму или форму усеченного конуса, а головная часть 101 колонны имеет куполообразную форму. В некоторых

вариантах головная часть 101 колонны и корпус 128 колонны имеют некруглую форму. Головная часть 101 колонны и корпус 128 колонны могут быть изготовлены из материала, способного выдерживать перепад давления между внутренним пространством колонны и средой снаружи колонны, равно как и повышенные рабочие температуры. Для примера и без ограничений головная часть 101 колонны и корпус 128 колонны могут быть изготовлены из стали. В некоторых вариантах головная часть 101 колонны и корпус 128 колонны содержат изоляционное и/или упрочняющее покрытие, окружающее головную часть 101 колонны и корпус 128 колонны.

Размеры головной части 101 колонны и корпуса 128 колонны могут быть выбраны в соответствии с различными критериями, такими как требования к пропускной способности процесса удаления летучих веществ из полимера, темп производства, прочность материала, номинальное давление и другие факторы, известные даже рядовым специалистам в рассматриваемой области. В различных вариантах диаметр головной части 101 колонны и корпуса 128 колонны может быть между 35 и 240 дюймов, между 50 и 210 дюймов или между 70 и 195 дюймов.

Проточные трубки 102 могут быть расположены возле стыка между корпусом 128 колонны и головной частью 101 колонны для распределения текучей среды внутри корпуса 128 колонны. Проточные трубки 102 могут быть расположены, по существу, параллельно плоскости стыка между головной частью 101 колонны и корпусом 128 колонны и могут быть далее расположены, по существу, перпендикулярно боковым стенкам корпуса 128 колонны.

В различных вариантах, головная часть 101 колонны может содержать от 2 до 100, от 2 до 90, от 2 до 80, от 2 до 70, от 2 до 60 или от 2 до 50 проточных трубок 102. Число проточных трубок 102 может быть функцией размеров колонны, размеров проточных трубок, формы проточных трубок, темпа производства, требований к пропускной способности, прочности материала и требований к номинальному давлению. Проточные трубки 102 могут представлять собой трубки или каналы для транспортировки текучей среды.

Для облегчения демонтажа и обслуживания проточные трубки 102 могут быть приблизительно прямолинейной формы и могут в качестве опции иметь торцевые колпачки 130, которые могут быть съемными. Эти торцевые колпачки 130 могут быть также использованы в качестве опоры для проточных трубок 102 внутри головной части 101 колонны, а форма этих колпачков может учитывать внутреннюю кривизну головной части 101 колонны.

Каждая индивидуальная проточная трубка 102 может входить в головную часть 101 колонны через одно отверстие 109 в головной части колонны и опираться внутри этой головной части 101 колонны на внутреннюю опорную структуру 103. Внутренняя опорная структура 103 может быть приварена к внутренней поверхности головной части 101 колонны посредством сварных швов 105. Внутренняя опорная структура 103 может поддерживать конец 104 проточной трубки 102 внутри головной части 101 колонны. Как используется здесь, отверстие 109 в головной части колонны представляет собой созданное в стенке головной части 101 колонны какое-либо отверстие, через которое проточная трубка 102 проходит внутрь головной части 101 колонны. Внутренняя опорная структура 103 представляет собой устройство для создания механической опоры для конца проточной трубки 102, противоположного отверстию 109 в головной части колонны, в стенке головной части 101 колонны. Отверстия 109 в головной части колонны для входа соседних проточных трубок 102 могут находиться на противоположных сторонах головной части 101 колонны, так что эти отверстия 109 в головной части колонны располагаются чередующимся образом. Использование чередующегося расположения отверстий 109 в головной части колонны позволяет минимизировать промежутки между проточными трубками 102. Результатом уменьшения промежутков между трубками может быть увеличение используемой площади поверхности проточных трубок внутри головной части 101 колонны и корпуса 128 колонны. В результате увеличения используемой площади поверхности пропускная способность колонны 100 для удаления летучих веществ может быть увеличена.

Внутренняя опорная структура 103 также может иметь чередующееся расположение внутри головной части 101 колонны. Проточные трубки 102 могут быть соединены с головной частью 101 колонны любым способом, способным герметизировать проточные трубки 102 в отверстиях 109 головной части колонны. Например, проточные трубки 102 могут быть приварены к отверстиям 109 в головной части колонны, могут быть закреплены в этих отверстиях 109 посредством внешних фланцев, могут быть закреплены в этих отверстиях 109 посредством внутренних фланцев либо могут быть закреплены в этих отверстиях 109 в головной части колонны с использованием различных сочетаний перечисленных способов.

Конструкция внутренней опорной структуры 103 может учитывать ее способность снижать механические напряжения, действующие на проточные трубки 102, и допускать тепловое расширение и сжатие головной части 101 колонны относительно проточных трубок 102. В различных вариантах внутренняя опорная структура 103 может зависеть от размеров колонны, рабочих условий колонны, а также числа и типа проточных трубок 102.

Проточные трубки 102 могут иметь фланцевые соединения 111 для герметичного соединения с внешним распределительным трубопроводом 107 для передачи текучей среды внутрь головной части 101

колонны. Внешний распределительный трубопровод 107 может подавать текучую среду в проточные трубки 102. В некоторых вариантах могут быть использованы несколько (больше одного) внешних распределительных трубопроводов 107 для подачи текучей среды в проточные трубки 102. В различных вариантах проточные трубки 102, число которых может быть четным, могут получать текучую среду по двум внешним распределительным трубопроводам 107. В таких вариантах каждый внешний распределительный трубопровод 107 может питать одинаковое число проточных трубок 102, что может упростить конструкцию внешних распределительных трубопроводов 107 и способствовать равномерному распределению текучей среды. В альтернативных вариантах колонна 100 для удаления летучих веществ может содержать нечетное число проточных трубок 102.

Фланцевые соединения 111, сменные части, такие как торцевой колпачок 130, и внутренняя опорная структура 103 обеспечивают возможность доступа к соответствующим компонентам для осмотра, очистки и обслуживания. В дополнение к этому фланцевые соединения 111 позволяют заменять проточные трубки 102 индивидуально, что создает возможность для ремонта и модификации. Кроме того, фланцевые соединения 111 создают возможность заглушать индивидуальные проточные трубки 102, чтобы уменьшить пропускную способность колонны 100 для удаления летучих веществ, поддерживать оптимальные расходы текучих сред и структуры распределения в головной части 101 колонны, а также изолировать индивидуальные проточные трубки 102 в случае повреждения или закупорки. Фланцевые соединения 111 могут также позволить вводить расходомерные диафрагмы или ограничительные диафрагмы для управления распределением полимера внутри головной части 101 колонны и корпуса 128 колонны.

В некоторых вариантах диаметр фланцевых соединений 111 может быть достаточно большим, чтобы соседние фланцы были бы в контакте или накладывались бы один на другой, если они были совмещены. В таких вариантах фланцевые соединения 111 могут располагаться в шахматном порядке 110, так чтобы эти фланцевые соединения 111 не были совмещены или не были совмещены напрямую с соседними фланцевыми соединениями 111. Расположение фланцевых соединений 111 в шахматном порядке может уменьшить расстояния 112 между проточными трубками и увеличить число проточных трубок 102 внутри головной части 101 колонны. Как используется здесь, расположение в шахматном порядке означает, что фланцевые соединения 111 располагаются вне головной части 101 колонны в направлении перпендикулярно к продольной оси фланцевых соединений 111 таким образом, что соседние фланцевые соединения 111 не находятся в одной приблизительно горизонтальной плоскости. Такое совмещение в шахматном порядке, конфигурация или структура могут быть достигнуты путем варьирования расстояний от головной части 101 колонны до соседних фланцевых соединений 111. Уменьшение расстояний 112 между проточными трубками может быть ограничено требованиями к минимальному расстоянию между корнями сварных швов (обсуждается ниже со ссылками на фиг. 2А-3С). Варианты с шахматным порядком расположения 110 фланцевых соединений 111 могут позволить поместить большее число проточных трубок 102 в головную часть 101 колонны, что может увеличить размеры перфорированной секции 132 и пропускную способность системы распределения текучей среды.

Проточные трубки 102 содержат проточную секцию 134, соединенную с перфорированной секцией 132. Проточная секция 134 передает расплавленный полимер от внешнего источника полимера к перфорированной секции 132 внутри головной части 101 колонны. Перфорированная секция 132 может содержать одно или несколько отверстий, из которых может вытекать расплавленный полимер и образовывать нити 127. Перфорированная секция 132 может быть расположена внутри головной части 101 колонны. Проточные трубки 102 могут быть расположены параллельно одна другой с использованием чередующегося расположения отверстий 109 в головной части колонны для увеличения числа проточных трубок 102 и используемой площади поверхности проточных трубок, например площади, подходящей для перфорированной секции 132, внутри головной части 101 колонны. В различных вариантах проточные трубки 102 могут быть расположены параллельно одна другой для уменьшения расстояния 112 между проточными трубками и увеличения количества проточных трубок 102, которые могут быть помещены внутри головной части 101 колонны. Термин "расстояние 112 между проточными трубками" обозначает наименьшее расстояние между наружными поверхностями соседних проточных трубок 102 внутри головной части 101 колонны, измеряемое перпендикулярно поверхностям проточных трубок 102. Варианты, использующие параллельное расположение проточных трубок 102 с чередующимся расположением отверстий 109 в головной части колонны, могут увеличить пропускную способность колонны 100 для удаления летучих веществ из полимеров. В различных вариантах расстояние 112 между проточными трубками может составлять от 1 до 10 дюймов, от 1 до 8 дюймов или от 1.5 до 6 дюймов.

Отверстия 109 в головной части колонны могут располагаться чередующимся образом на разных сторонах головной части 101 колонны. Внутренняя опорная структура 103 может быть расположена вдоль внутренней поверхности головной части 101 колонны напротив отверстий 109 в головной части колонны. Структура с чередующимся расположением может содержать отверстия 109 в головной части колонны, располагающиеся рядом с внутренней опорной структурой 103. Например, может быть создано внутреннее седло, повторяющееся вдоль внутренней поверхности головной части 101 колонны. Чередующаяся структура проточных трубок 102 может занимать, по существу, все поперечное сечение го-

ловной части 101 колонны.

В различных вариантах проточные трубки 102 могут быть соединены непосредственно с головной частью 101 колонны посредством сварных соединений 106 в отверстиях 109 в головной части колонны. Сварные соединения 106 могут структурно и герметично соединять проточные трубки 102 с головной частью 101 колонны, поддерживая при этом структурную целостность головной части 101 колонны.

Колонна 100 для удаления летучих веществ может иметь выход 120 для дегазированного полимера (из которого удалены летучие вещества) и выход 126 для паров летучих веществ. Выход 120 для дегазированного полимера может быть присоединен на дне или рядом с дном колонны 100 для удаления летучих веществ и использован для передачи дегазированного полимера к технологическим модулям на последующих этапах технологического процесса. Этот выход 120 для дегазированного полимера может содержать одну или несколько трубок и/или соединений, чтобы способствовать сбору полимера или снижению требуемого размера насоса. Выход 126 для паров летучих веществ может быть присоединен к верхней части или поблизости от верхней части корпуса 128 колонны и/или головной части 101 колонны и использоваться для удаления летучих веществ, выделяющихся из полимера внутри колонны 100 для удаления летучих веществ. Выход 126 для паров летучих веществ может содержать одну или несколько трубок и/или соединения для балансирования потоков паров. Фиг. 1А указывает направление потока 108 через проточные трубки 102, тогда как фиг. 1В указывает направление потока 124 полимера внутрь колонны 100 для удаления летучих веществ.

В различных вариантах расплавленный полимер поступает в колонну 100 для удаления летучих веществ через проточные трубки 102. Например, расплавленный полимер может поступать в колонну 100 для удаления летучих веществ из одной или нескольких систем для удаления летучих веществ, таких как система для импульсного дегазирования. Расплавленный полимер течет в проточные трубки 102 и по ним и покидает перфорированные секции 132 в форме нитей 127, которые собираются и сливаются в единый объем в нижней части корпуса 128 колонны в виде расплавленной массы 122. Летучие вещества покидают эти полимерные нити 127. В различных вариантах колонна 100 для удаления летучих веществ используется для удаления летучих веществ, таких как мономер стирола из полистирола. В различных вариантах дегазированный полимер представляет собой полистирол, содержащий не более чем примерно 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100 или 50 ppm мономера стирола. Летучие вещества покидают нити 127 и выходят из корпуса 128 колонны через выход 126 для паров летучих веществ. Дегазированный полимер покидает корпус 128 колонны через выход 120 для дегазированного полимера, откуда этот дегазированный полимер может быть передан на завершающие операции, такие как гранулирование.

Как показано на фиг. 2А, расстояние 112 между проточными трубками может быть ограничено расстоянием 201 между корнями сварных швов. Термин "корень сварного шва" (204) обозначает точку или точки, в которых задняя сторона сварного шва пересекает поверхность или поверхности базового металла. В различных вариантах базовый металл представляет собой стенку головной части 101 колонны. В некоторых вариантах имеет место минимальное расстояние в один дюйм между корнями 204 сварных швов на основе размеров зоны, подвергшейся тепловому воздействию при сварке. Расстояние в один дюйм может позволить избежать потенциальных проблем сварки из-за механических напряжений, присутствующих в подвергшейся тепловому воздействию при сварке зоне. Избежав такой подвергшейся тепловому воздействию зоны, можно обойтись без специальной операции для снятия механических напряжений, что позволит уменьшить стоимость и сократить затраты времени на изготовление. В различных вариантах типовое расстояние 112 между проточными трубками может меньше или равно четырем дюймам, меньше или равно трем дюймам или меньше или равно двум дюймам. Посредством чередования отверстий 109 в головной части колонны и внутренних опорных структур 103 можно по-прежнему удовлетворить требованию минимального расстояния между сварными швами и легче удовлетворить требованиям упрочнения колонны. Как используется здесь, термин "требования упрочнения колонны" обозначает инженерные требования к изготовлению сосудов согласно стандарту ASME секция VIII раздел 1. В результате применения такой конфигурации с чередованием можно уменьшить расстояние между проточными трубками, что может позволить разместить больше проточных трубок 102 в головной части 101 колонны, и тем самым увеличить перфорированную секцию 132.

В различных вариантах опорное седло 205 может быть приварено или другим способом присоединено к внутренней поверхности головной части 101 колонны. Сварной шов 105 может быть расположен вдоль участка или участков внутри опорного седла 205, так что образуется дугообразный сварной шов 202 вдоль нижней, верхней или обеих частей опорного седла 205. Как используется здесь, термин "дугообразный сварной шов 202" обозначает секцию сварного шва или группу сварных швов, протяженных по дуге вдоль внутреннего периметра опорного седла 205, но не проходящих по всему периметру опорного седла 205. В различных вариантах использование дугообразного сварного шва 202 и, в частности, дугообразного сварного шва во внутренней части опорного седла 205, для соединения опорного седла 205 с внутренней поверхностью головной части колонны может повлиять на требования к расстоянию 201 между корнями сварных швов, включая минимальное расстояние между корнями сварных швов. Дугообразный сварной шов 202 может быть продолжен по нижней, верхней или и нижней, и верхней частям

опорного седла 205 в той степени, что этот дугообразный сварной шов 202 не должен быть ближе минимального расстояния 201 между корнями сварных швов к соседнему сварному соединению 106. В различных вариантах, в которых опорное седло 205 содержит секцию трубы или канала большего диаметра, чем проточные трубки 102, опорное седло 205 может быть присоединено к внутренней поверхности головной части колонны с использованием дугообразного сварного шва 202, созданного вдоль внутреннего периметра опорного седла 205 сверху, снизу или и сверху, и снизу. Благодаря расположению дугообразного сварного шва 202 вдоль внутренней, а не наружной части, стык опорного седла позволяет продлить дугообразный сварной шов 202 дальше по внутренней части опорного седла 205, не нарушая расстояние в один дюйм между корнями 204 сварных швов. В различных вариантах опорное седло 205 содержит половину секции трубы, а дугообразный сварной шов 202 помещен вдоль нижней части внутреннего периметра опорного седла 205 в такой степени, чтобы этот дугообразный сварной шов 202 не подходил ближе требуемого минимального промежутка 201 между корнями сварных швов, что может позволить избежать потенциальных проблем сварки из-за механических напряжений, присутствующих в подвергшейся тепловому воздействию зоне сварного шва. Благодаря избеганию подвергшейся тепловому воздействию зоны не требуется специальная операция для устранения механического напряжения, что может уменьшить стоимость и затраты времени на изготовление колонны.

Как показано на фиг. 2А и 3А, внутренняя опорная структура может представлять собой опорное седло 205, на которое непосредственно опирается конец 104. В качестве альтернативы, конец 104 может опираться на опорное седло 205 не напрямую, когда между опорным седлом 205 и концом 104 помещено подвижное устройство, такое как скользящая втулка или подшипник, чтобы позволить относительное перемещение. Как используется здесь, термин "опорное седло 205" обозначает какую-либо структуру, способную поддерживать конец 104, включая без ограничений секцию трубы большего диаметра, чем конец 104, или половину секции трубы, ориентированную так, что конец 104 будет находиться в стабильном положении, когда этот конец помещен внутрь. Опорное седло 205 может иметь форму, необходимую для поддержки конца 104, исходя из соображений, содержащих, но не ограничиваясь, некруглую форму проточной трубки 102 и любые углы, которые могут быть образованы вследствие кривизны внутренней поверхности головной части колонны. В различных вариантах опорное седло 205 может быть приварено к внутренней поверхности головной части 101 колонны посредством сварных швов 105. Конец 104 может поддерживаться путем помещения его в опорное седло 205. Это опорное седло 205 может иметь какую-либо длину 310, достаточную для опоры конца 104 во время работы и обслуживания. На длину 310 опорного седла 205 могут повлиять ряд факторов, включая, не ограничиваясь этим, требования по тепловому расширению и сжатию, размеры колонны, длину и диаметр проточной трубки и условия работы колонны, и в том числе рабочую температуру. Любая длина 310 сверх необходимого для опоры конца 104 может уменьшить площадь поверхности проточной трубки 102 для использования внутри головной части 101 колонны, закрыв участок, который мог бы в противном случае быть использован для перфорированной секции 132.

В вариантах, показанных на фиг. 2В и 3В, внутренняя опорная структура представляет собой скользящее седло 300. Как используется здесь, скользящее седло 300 содержит опорную структуру 209, например опорную балку или направляющую, расположенную над ассоциированной проточной трубкой 102 внутри головной части 101 колонны, где опору создают посредством подвески 207, соединяющей опорную структуру 209 и проточную трубку 102. Подвеска 207 может перемещаться относительно опорной структуры 209, что может позволить ей перемещаться под воздействием сил теплового расширения или сжатия. Происходящее в результате перемещение уменьшает механические напряжения в стенке головной части колонны и проточной трубке 102. В различных вариантах скользящее седло 300 может позволить проточной трубке 102 перемещаться не более чем на 12 дюймов, не более чем на 3 дюйма или не более чем на 1 дюйм, чтобы учесть тепловое расширение головной части 101 колонны во время работы и позволить снимать проточные трубки 102 для обслуживания или очистки. В различных вариантах опорная структура 209 может представлять собой отрезок двутавровой балки, приваренной внутри головной части 101 колонны. Опорная структура 209 может представлять собой секцию трубы или канала. Опорная структура 209 может выступать от внутренней поверхности головной части 101 колонны приблизительно горизонтально над проточной трубкой 102 на длину 310 меньше 12 дюймов, или меньше 6 дюймов, или меньше 2 дюймов. В одном из вариантов опорное седло 205, как показано на фиг. 2А и 3А, может выступать на такую же длину 310 от внутренней поверхности головной части 101 колонны, как и скользящее седло 300.

Подвеска 207 может содержать хомут или ролик 208 для соединения с балкой, несущий стержень 210 и трубный хомут, ролик или опору 206. Хомут или ролик 208 для соединения с балкой может быть соединен с опорной структурой 209. Например, зажим или ролик 208 для соединения с балкой может зажимать или другим способом соединяться с опорной структурой 209, допуская в то же время перемещение относительно опорной структуры. Опора 206 поддерживает проточную трубку 102. В различных вариантах, в которых опора 206 представляет собой трубный хомут, эта опора 206 может быть фиксированной относительно проточной трубки 102. Использование ролика в качестве опоры 206 может позволить перемещение относительно проточной трубки 102. Несущий стержень 210 может представлять со-

бой механическое соединение между хомутом или роликом 208 для соединения с балкой и опорой 206. Например, этот несущий стержень 210 может иметь резьбовой конец, закрепленный резьбовой гайкой. В различных вариантах ролик 208 для соединения с балкой и несущий стержень 210 представляют собой единое устройство, которое может быть непосредственно соединено с проточной трубкой 102, например, через сварное соединение с верхней частью проточной трубки 102. В различных вариантах подвеска 207 может быть соединена с проточной трубкой 102 на конце 104 или рядом с ним или с торцевым колпачком 130 посредством сварки с верхней частью проточной трубки 102 или резьбового соединения, проходящего внутрь проточной трубки 102 и доступного через торцевой колпачок 130. Такая конфигурация не загрождает область нижней поверхности проточной трубки 102, позволяя увеличить перфорированную секцию 132 в головной части 101 колонны и увеличить пропускную способность.

В различных вариантах скользящее седло 300 может быть приварено или другим образом соединено с внутренней поверхностью головной части 101 колонны. Сварные швы 203 опорной структуры в общем случае не совмещены по горизонтали со сварными соединениями 106, поскольку сварные швы 203 опорной структуры показаны над горизонтальной плоскостью сварных соединений 106 на фиг. 2В. Сварные швы 203 опорной структуры, показанные на фиг. 2В, изображены, для целей иллюстрации, в виде индивидуальных точек. В различных вариантах эти сварные швы 203 опорной структуры могут быть сварными швами любого типа, включая, но, не ограничиваясь, точечную сварку, швы прерывистой роликовой сварки или уплотняющие сварные швы, как это должно быть известно специалистам в рассматриваемой области. Получаемая в результате конфигурация сварных швов может уменьшить или исключить любые сложности при обеспечении соответствия требованиям стандартов ASME к сварным швам, что может уменьшить затруднения при монтаже. В дополнение к этому такая конфигурация сварных швов может уменьшить сложности для поддержания минимального расстояния в 1 дюйм между корнями 204 сварных швов и может позволить уменьшить расстояние 112 между проточными трубками. В различных вариантах использование скользящего седла 300 для уменьшения расстояния 112 между проточными трубками может позволить увеличить число проточных трубок 102 внутри головной части 101 колонны, может увеличить размеры перфорированной секции 132 внутри головной части 101 колонны и может увеличить ассоциированную пропускную способность колонны 100 для удаления летучих веществ.

Как показано на фиг. 3С, конец 104, противоположный отверстию 109 в головной части колонны, может поддерживаться головной частью 101 колонны с использованием конструкции, в которой головная часть 101 колонны образует опорное углубление 304. Конструкция головной части 101 колонны может быть сконструирована так, что небольшая секция головной части 101 колонны углублена вовне от внутреннего пространства колонны, чтобы позволить концу 104 войти в опорное углубление 304 и опереться в нем. Конец 104 может скользить в опорном углублении 304, что позволяет перемещение под воздействием сил теплового расширения. Конец 104 проточной трубки может опираться непосредственно на опорное углубление 304 или может опираться на это углубление 304 непрямо в том случае, когда подвижное устройство, такое как скользящая втулка или подшипник, помещено между верхней поверхностью опорного углубления 304 и концом 104, чтобы допустить перемещение. Опорное углубление 304 может быть герметично соединено с головной частью 101 колонны в результате того, что оно изготовлено одновременно с головной частью 101 колонны, приварено к головной части 101 колонны или присоединено каким-либо другим известным специалистам в рассматриваемой области способом создания герметичного соединения с головной частью 101 колонны. В различных вариантах опорное углубление 304 в головной части 101 колонны может выступать не более 12 дюймов, или не более 6 дюймов, или не более 3 дюймов за пределы наружной поверхности головной части 101 колонны. Перфорированная секция 132 может быть протяженной, по существу, по всей длине между внутренними поверхностями головной части 101 колонны, что максимально увеличивает площадь поверхности, которая может быть использована для создания перфорированной секции 132.

Как показано на фиг. 4, сварные проточные трубки 400 могут быть соединены непосредственно с головной частью 101 колонны путем использования сварных соединений 106 в отверстиях 109 в головной части колонны. Сварные соединения 106 могут структурно и герметично соединить сварные проточные трубки 400 с головной частью 101 колонны, поддерживая структурную целостность головной части 101 колонны. Когда сварная проточная трубка 400 приварена к головной части 101 колонны в отверстии 109 в головной части колонны, эта сварная проточная трубка 400 зафиксирована и не может быть извлечена. Сварная проточная трубка 400 может быть соединена с внешним распределительным трубопроводом 107 с использованием фланца 405 внешнего распределительного трубопровода, фланцевого соединения 111 на сварной проточной трубке 400 и соединительного устройства 406. В различных вариантах соединительное устройство 406 может представлять собой группу болтов в дополнение к уплотнительному механизму, что может предотвратить утечки из головной части 101 колонны и просачивание внутрь колонны через фланцевое соединение 111. Уплотнительный механизм может представлять собой уплотнительную набивку, сварку, шайбы, фланец со шпильками или какое-либо другое подобное устройство или способ, известные специалистам в рассматриваемой области. В различных вариантах перфорированная секция 132 сварных проточных трубок 400 может быть полностью заключена внутри головной части

101 колонны, тогда как проточная секция 134 выступает изнутри головной части 101 колонны сквозь стенку головной части колонны для соединения с внешним распределительным трубопроводом 107 через фланец 405 внешнего трубопровода. Сварная проточная трубка 400 может выступать на расстояние 410 от наружной поверхности головной части колонны, где это расстояние находится в пределах от 48 до 1 дюйма, или от 18 до 3 дюймов или от 12 до 6 дюймов.

Как показано на фиг. 5, проточные трубки 500 могут быть закреплены внешними фланцами в отверстиях 109 в головной части колонны. Присоединение проточной трубки 500 внешним фланцем означает, что эта проточная трубка 500 герметично присоединена к головной части 101 колонны с использованием короткого отрезка трубы или канала 402, диаметр которого больше диаметра этой проточной трубки 500. Отрезок канала 402 приварен посредством сварных швов 407 или присоединен другим способом к наружной поверхности головной части 101 колонны и выступает на небольшое расстояние от этой поверхности. В различных вариантах внешнее фланцевое соединение проточной трубки может иметь диаметр в пределах от 2 дюймов до 36 дюймов, или от 8 дюймов до 24 дюймов, или от 10 дюймов до 20 дюймов. Расширенный конец трубы или канала 402 может иметь фланец 403 для приема фланцевого соединения 111 проточной трубки 500 и фланец 405 внешнего распределительного трубопровода для приема внешнего распределительного трубопровода 107. Имеющая меньший диаметр проточная трубка 500 с внешним фланцем проходит сквозь отрезок канала 402 внутрь головной части 101 колонны. Фланец 405 внешнего распределительного трубопровода может быть присоединен к фланцевому соединению 111, а фланец 403 - к соединительному устройству 406, например, с помощью группы болтов и уплотнительного механизма. Примерами таких уплотнительных механизмов являются уплотнительная набивка, шайбы, сварка, фланец со шпильками или какое-либо другое подобное устройство. Проточную трубку 500 с внешним фланцем можно демонтировать для очистки или обслуживания, сняв соединительное устройство 406. В различных вариантах проточная секция 134 может проходить от фланцевого соединения 111 в области поблизости от внутренней стенки головной части 101 колонны, а перфорированная секция 132 может пересекать внутреннее пространство головной части 101 колонны. Такие варианты используют сочетание перфорированной секции 132, проходящей почти от одной стенки до другой, или перфорированной секции 132, проходящей полностью от одной стенки до другой, если применяется опорное углубление 304, с возможностью демонтировать такую проточную трубку 500 для очистки или обслуживания.

Как показано на фиг. 6А, проточная трубка 600 с внутренним фланцем может быть закреплена фланцем изнутри в отверстии 109 в головной части колонны. Проточная трубка 600 с внутренним фланцем может обозначать способ соединения, когда головная часть 101 колонны имеет фланцевое соединение в стенке 503 этой головной части колонны, а проточная трубка 600 с внутренним фланцем имеет фланцевое соединение 111, присоединяемое к указанному соединению в стенке 503 головной части колонны. Текучая среда поступает по внешнему распределительному трубопроводу 107, присоединенному посредством фланца 405 внешнего распределительного трубопровода к наружной поверхности стенки 503 головной части колонны. Внешний распределительный трубопровод 107, стенка 503 головной части колонны и фланцевое соединение 111 могут быть соединены одно с другими с использованием соединительного устройства 406, такого как группа болтов и уплотнительный механизм. В различных вариантах перфорированная секция 132 проточной трубки 600 может быть уменьшена по сравнению с проточной трубкой 400 и проточной трубкой 500, поскольку часть проточной трубки 600 возле фланцевого соединения 111 с внутренней стороны головной части 101 колонны не может быть перфорирована. Проточная трубка 600 с внутренним фланцем может быть извлечена для очистки посредством демонтажа соединительного устройства 406. Конструкция проточной трубки 600 с внутренним фланцем может привести к уменьшению пропускной способности системы распределения текучей среды по сравнению с применением проточных трубок 400 и 500 с внешними фланцами вследствие уменьшения размера перфорированной секции 132 в проточной трубке 600 с внутренним фланцем. Как показано на фиг. 6В, проточная трубка 600 с внутренним фланцем может быть закреплена фланцем внутри головной части 101 колонны. Фланец 405 внешнего распределительного трубопровода может быть приварен в отверстии 109 в головной части колонны посредством сварных соединений 106. Фланец 405 внешнего распределительного трубопровода может выступать внутрь головной части 101 колонны на расстояние 601, которое может составлять от 12 до 3 дюймов. Этот фланец 405 внешнего распределительного трубопровода может быть присоединен к проточной трубке 600 с внутренним фланцем внутри головной части 101 колонны. Фланец 405 внешнего распределительного трубопровода и фланцевое соединение 111 могут быть соединены один с другим с использованием соединительного устройства 406, такого как группа болтов и уплотнительный механизм. В различных вариантах перфорированная секция 132 может быть уменьшена по сравнению с проточными трубками 400 и 500 с внешними фланцами из-за того, что фланец 405 внешнего распределительного трубопровода выступает внутрь головной части 101 колонны. Такие варианты позволяют извлекать проточные трубки 600 с внутренними фланцами для очистки и обслуживания посредством демонтажа соединительного устройства 406. Хотя на фиг. 4-6 показано, что конец проточной трубки опирается на опорное седло, следует понимать, в сочетании с любым из описываемых здесь вариантов могут быть использованы опорные структуры других типов, такие как скользящее седло или опор-

ное углубление.

Конструкция перфорированной секции.

Каждое отверстие в составе перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ (т.е. в перфорированной секции проточной трубки) может иметь максимальный угол выхода нити. В некоторых вариантах большинство отверстий перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ имеют максимальный угол выхода нити не более 45° , или 52° , или 52.5° , или 65° . Как показано на фиг. 7, угол выхода нити может быть использован для регулирования процесса удаления летучих веществ из полимера (дегазирования). Как используется здесь, угол выхода нити обозначает измеряемый относительно вертикальной оси угол, под которым полимерная нить выходит изнутри 116 проточной трубки в пространство 117 снаружи от перфорированной секции 132 проточной трубки через отверстие 115. Более конкретно угол выхода нити обозначает угол Θ между (i) линией 150 нити, выступающей под углом 90° (как показано поз. 155) от центральной точки 160 плоскости 165 отверстия 115, и (ii) вертикальной линией 170 (линией отвеса), выходящей из этой центральной точки 160 плоскости 165 отверстия 115. Эта вертикальная линия 170 может быть примерно параллельна направлению падения полимерной нити, вытекающей из отверстия 115. Эффективность удаления летучих веществ может зависеть от расстояния между нитями вдоль вертикальной оси. Как используется здесь, расстояние между нитями обозначает расстояние между центрами нитей, измеряемое вдоль прямых, параллельных вертикальной линии 170. На оптимальный угол выхода нити могут влиять расстояние между нитями и выходной диаметр отверстия 115. В общем случае при увеличении углов выхода нити может потребоваться увеличить расстояние между нитями и/или уменьшить диаметр отверстия, чтобы поддерживать эффективность удаления летучих веществ.

Все или часть отверстий 115 могут представлять собой отверстия постоянного диаметра, отверстия с изменяющимся диаметром или комбинации этих двух типов отверстий. Под отверстием постоянного диаметра понимают отверстие, имеющее один и тот же диаметр по всей длине, как это показано параллельными боковыми стенками 162 и 163. Такие отверстия обычно делают посредством прямолинейного сверла постоянного диаметра. Под отверстием с изменяющимся диаметром понимают отверстие, имеющее разные диаметры на внутренней и наружной сторонах перфорированной секции, в котором боковые стенки 162 и 163 непараллельны по всей длине.

Без привязки к теории считается, что эффективность удаления летучих веществ остается примерно постоянной в диапазоне углов от нуля до 65° . Считается также, что эта эффективность удаления летучих веществ значительно уменьшается для углов выхода нити больше 65° . В некоторых вариантах перфорированная секция 132 проточной трубки или вся проточная трубка имеет такое поперечное сечение, что величина максимального угла выхода нити находится в диапазоне от примерно нуля до 45° , или 52° , или 52.5° , или 65° . В различных вариантах большинство отверстий 115 в перфорированной секции 132 проточной трубки или, в качестве альтернативы, по существу, все отверстия 115 в перфорированной секции 132 проточной трубки имеют максимальный угол выхода нити не более 45° , или 52° , или 52.5° , или 65° . В различных вариантах не менее 50, 60, 70, 80, 90, 95 или 99 мас.% полимерных нитей выходят из проточной трубки при максимальном угле выхода нити не более 45° , или 52° , или 52.5° , или 65° . Этот максимальный угол выхода нити может изменяться в зависимости от расстояния между нитями, диаметра нити, сужения нити, материала, из которого удаляют летучие вещества, и диаметра отверстий 115, используемых в конкретной конструкции.

Длину сверления или площадь сверления перфорированной секции 132 можно регулировать для управления удалением летучих веществ из полимера. Длина сверления обозначает линейное расстояние по периметру поперечного сечения перфорированной секции, где отверстия, просверленные в проточной трубке, имеют подходящий угол выхода нити для удаления летучих веществ. Площадь сверления для конкретной проточной трубки равна произведению длины сверления на длину незагражденной части этой проточной трубки. Длина проточной трубки, равно как и другие физические размеры проточной трубки могут быть ограничены общими конструктивными и технологическими соображениями, например, расположением проточных трубок и конструкцией опор для них в корпусе колонны. Общая площадь сверления равна сумме площадей сверления всех проточных трубок. Размер отверстий и/или плотность их расположения также могут влиять на эффективность удаления летучих веществ. Плотность (расположения) отверстий означает число отверстий на единицу площади, например на квадратный дюйм. Размер отверстий обозначает средний диаметр отверстий 115 в проточной трубке. В различных вариантах диаметр отверстия составляет от примерно $1/32$ до примерно $7/64$ дюйма, от примерно $2/64$ до примерно $7/64$ дюйма или от примерно $3/64$ до примерно $7/64$ дюйма. В различных вариантах плотность отверстий составляет от примерно 10 до примерно 400 отв./кв.дюйм, или от примерно 50 до примерно 55 отв./кв.дюйм, или примерно 52 отв./кв.дюйм. В одном из вариантов отверстия на площади сверления могут располагаться через примерно одинаковые промежутки, например, в узлах сетки равносторонних треугольников с углами 60° , как показано на фиг. 8. В различных вариантах расстояние между центрами отверстий составляет примерно $5/32$ дюйма. В различных вариантах выбирают минимально возможный размер отверстий, при котором еще можно избежать образования отложений конкретного полимера или

обрабатываемой текучей среды. Расстояния между отверстиями можно выбирать из соображений баланса многих факторов, включая прочностные требования (где может потребоваться большее расстояние), требования к плотности отверстий с точки зрения удаления летучих веществ (где может потребоваться меньшее расстояние) и тенденции к слипанию нитей, когда они помещены слишком близко одна к другой. Например, и без ограничений, плотность отверстий в стальной пластине может быть не меньше 0.7.

Фиг. 9 иллюстрирует пример сужающегося отверстия 4000 (с изменяющимся диаметром), имеющего внутренний диаметр 4050 на внутренней стенке 4250 перфорированной секции и наружный диаметр 4100 на наружной стенке 4300 перфорированной секции. Расплавленный полимер может течь от внутреннего диаметра сужающегося отверстия 4000 к наружному диаметру этого сужающегося отверстия 4000 для образования нити, как показано стрелкой 4150. Длина отверстия 4000 равна толщине стенки перфорированной секции 132. В различных вариантах внутренний диаметр 4050 может быть меньше наружного диаметра 4100. В качестве альтернативы внутренний диаметр 4050 может быть больше наружного диаметра 4100. Сужение может быть линейным, что означает примерно постоянную скорость или крутизну изменения диаметра от внутреннего диаметра к внешнему. Некоторые варианты содержат линейные сужающиеся отверстия с внутренним диаметром примерно 7/64 дюйма, наружным диаметром примерно 3/64 дюйма и длиной примерно 0.375 дюйма. Фактически длина и диаметры отверстий могут варьироваться в зависимости от требований к давлению, расхода полимера, свойств полимера и целей удаления летучих веществ. Фиг. 10 иллюстрирует альтернативный вариант сужающегося отверстия 5000, имеющего внутренний диаметр 5050 на внутренней стенке 5250 перфорированной секции, наружный диаметр 5100 на наружной стенке 5300 перфорированной секции и длину 5200. Расплавленный полимер течет от внутреннего диаметра сужающегося отверстия к наружному диаметру этого сужающегося отверстия для образования нити, как показано стрелкой 5150. Профиль изменения диаметра на фиг. 5 может называться воронкообразным сужением или отверстием с несколькими сужающимися секциями, имеющим участок 5350 примерно постоянного диаметра и участок 5400 непостоянного диаметра. Участок 5400 непостоянного диаметра может, в свою очередь, иметь линейный профиль, нелинейный профиль или комбинацию этих профилей. Длина участка 5350 постоянного диаметра может быть меньше, равна или больше длины участка 5400 непостоянного диаметра. В различных вариантах длина участка 5350 постоянного диаметра больше длины участка 5400 непостоянного диаметра, например примерно вдвое.

Это сужение может, как воронка, сжимать поток полимера от большего внутреннего диаметра 5050 к меньшему наружному диаметру 5100. В качестве альтернативы сужение может образовывать перевернутую воронку (или рупор) для потока полимера от меньшего внутреннего диаметра 5050 к большему наружному диаметру 5100. Участок 5400 непостоянного диаметра может иметь уступ 5500, где профиль имеет слегка криволинейную форму между внутренним диаметром 5050 и диаметром 5570 уступа, и высоту 5580 этого уступа. Участок 5400 непостоянного диаметра может иметь горловину 5600 слегка криволинейного профиля, находящуюся рядом с участком 5350 постоянного диаметра и ведущую в этот участок. Участок 5400 непостоянного диаметра может иметь зону 5550 примерно линейного профиля между уступом 5500 и горловиной 5600. В различных вариантах воронкообразные отверстия (отверстия с несколькими внутренними сужающимися секциями) имеют внутренний диаметр примерно 0.125 дюйма, диаметр уступа примерно 0.1 дюйма, высоту уступа примерно 0.03, наружный диаметр примерно 0.049, длину участка примерно постоянного диаметра примерно 0.25 дюйма и длину участка непостоянного диаметра примерно 0.125. Входные кромки, показанные на фиг. 10, не являются ни острыми, ни плоскими, а имеют кривизну с первоначальным радиусом 0.03 дюйма (R0.03), и вторым, внутренним конусом с радиусом 3.0 дюйма (R3.0). Сужающиеся или скругленные кромки и переходные секции уменьшают перепад давления.

В некоторых вариантах сужающиеся отверстия могут быть использованы в составе перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ с целью снижения прочностных требований к структуре перфорированной секции. Такие сужающиеся (с изменяющимся диаметром) отверстия снижают прочностные требования посредством уменьшения перепада давления между внутренним пространством перфорированной секции и пространством снаружи перфорированной секции. Введение сужающихся отверстий может снизить повышенные требования к прочности, которые могут появиться из-за внедрения других усовершенствований, направленных на уменьшение содержания летучих веществ. Например, использование сужающихся отверстий может исключить необходимость в применении более прочных материалов, которая может привести к затруднению изготовления устройства и повышению его стоимости. Аналогично, сужающиеся отверстия могут помочь компенсировать повышенные механические напряжения и уменьшить деформации, ассоциированные с некоторыми конфигурациями поперечного сечения перфорированной секции. В различных вариантах сужающиеся отверстия могут уменьшить перепад давлений в перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ на величину не менее чем примерно 50, 60, 70, 80 или 85% по сравнению с идентичной в остальном перфорированной секцией устройства для удаления летучих веществ, имеющей отверстия постоянного диаметра. В различных вариантах концентрация механических напряжений в стальной пластине с сужающимися отверстиями составляет примерно 2.41. Без привязки к теории считается, что воронкообразные сужения дают

двойное преимущество в том, что (а) увеличенный внутренний диаметр должен обеспечить значительное уменьшение перепадов давления; и (б) участок примерно постоянного диаметра может сделать полимерную нить менее восприимчивой к разбуханию. Снова без привязки к теории, участок примерно постоянного диаметра может сделать полимерную нить менее восприимчивой к разбуханию за счет создания физической литевой формы, равно как обеспечения некоторого времени пребывания в этой форме, чтобы сориентировать полимерные цепочки в направлении потока или в направлении нити.

Отверстия перфорированной секции могут быть выполнены с помощью механического сверления, или водоструйной технологии, или путем лазерного сверления, или с использованием других способов механообработки. Отверстия постоянного диаметра могут быть созданы с применением прямолинейных сверл. Например, линейное сужающееся отверстие может быть выполнено с применением сверла переменного диаметра (например, конического) или путем развертывания прямолинейным сверлом. Воронкообразное отверстие (отверстие с несколькими внутренними секциями сужающегося диаметра) может быть создано с применением водоструйной технологии или путем сверления прямолинейного отверстия с последующим рассверливанием коническим сверлом или развертыванием части отверстия. Отверстия могут быть созданы либо до, либо после окончательного изготовления перфорированной секции. Например, отверстия могут быть выполнены путем перфорирования металлических листов, таких как стальные листы, после чего эти перфорированные листы могут быть разрезаны, согнуты, сварены и т.п. для получения окончательной сборки перфорированной секции. В качестве альтернативы проточные трубки могут быть просверлены после изготовления.

Прочность перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ может быть достаточной, чтобы выдерживать механические напряжения и деформации, ассоциированные с давлением, продавливающим полимер через отверстия перфорированной секции. К факторам, вносящим свой вклад в определение подходящей механической прочности перфорированной секции, относятся диаметр и плотность отверстий, толщина и форма стенок перфорированной секции, материал, из которого изготовлена перфорированная секция, и массовый расход полимера через перфорированную секцию и ассоциированные с этим давления. Механические напряжения и деформации для конкретной конструкции перфорированной секции можно проанализировать методом конечных элементов, например, с использованием имеющегося на рынке моделирующего программного обеспечения, такого как программное обеспечение ABAQUS®, которое можно приобрести в компании Abaqus, Inc. В различных вариантах анализ методом конечных элементов может быть осуществлен с применением программного обеспечения ABAQUS® Standard, использующего двух- и трехмерные оболочки, в предположении линейности упругих свойств материала и с применением модуля упругости для стали, равного 29×10^6 psi, и коэффициента Пуассона для стали, равного 0.29. В общем, уменьшение механических напряжений в материале и, в частности, точечных или концентрированных напряжений, таких как напряжения в местах изгиба или в углах перфорированной секции, снижает общие прочностные требования к материалу перфорированной секции и тем самым позволяет использовать менее дорогие материалы.

Предлагаемые здесь перфорированные секции устройства для удаления летучих веществ могут быть изготовлены из металлических пластин, таких как стальные пластины. Эти стальные пластины могут быть обработаны, профилированы и собраны в соответствии с указанными здесь параметрами с применением известных технологий обработки металла, таких как резание, штамповка, фрезерование, сварка и другие. Марку стали следует выбирать таким образом, чтобы до закалки она обладала достаточной пластичностью с целью минимизации технологических сложностей на этапах перфорирования пластины и формования ее для получения формы перфорированной секции. Если стальная пластина не будет достаточно пластичной или будет слишком твердой, порождаемые этим технологические сложности могут поднять стоимость. Более твердая сталь также более восприимчива к хрупкому разрушению. Может быть достигнут баланс между необходимостью большей прочности и потребностями технологичности. В некоторых вариантах стальную пластину отжигают, чтобы повысить пластичность перед выполнением перфорирования и формования перфорированной секции. Однако перфорированные секции устройства для удаления летучих веществ могут быть изготовлены из каких-либо подходящих материалов, известных специалистам в рассматриваемой области.

Помимо требований обладания достаточной пластичностью марка стали может быть такой, чтобы после закалки готовая перфорированная секция устройства для удаления летучих веществ стала способной противостоять механическим напряжениям и деформациям, описываемым здесь. В различных вариантах перфорированная секция устройства для удаления летучих веществ или пластина для использования при изготовлении этой перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, может быть подвергнута такой обработке, как термообработка или отжиг, с целью достижения необходимой устойчивости против механических напряжений и/или деформации. В некоторых вариантах сталь представляет собой нержавеющую сталь; в качестве альтернативы, какую-либо нержавеющую сталь серии 400 согласно стандарту AISI (Американский институт черной металлургии); в качестве альтернативы, обработанную нержавеющую сталь серии AISI 400; в качестве альтернативы, термообработанную нержавеющую сталь марки 304; в качестве альтернативы, нержавеющую сталь марки 420; в качестве аль-

тернативы, нержавеющей сталь марки 420F; в качестве альтернативы, нержавеющей сталь марки 440A; в качестве альтернативы, нержавеющей сталь марки AL-6XN или в качестве альтернативы, нержавеющей сталь марки LDX 2101. В различных вариантах перфорированная секция изготовлена из листовой стали толщиной 0.375 дюйма.

На расход полимера через перфорированную секцию могут влиять, помимо всего прочего, характеристики полимера, такие как вязкость, длина сверления и площадь перфорированной секции, плотность отверстий перфорированной секции и давление в перфорированной секции. Полный расход полимера через перфорированную секцию может быть выражен в единицах "фунт/ч". Эта величина расхода может быть затем разделена на общее число отверстий перфорированной секции для получения расхода через одно отверстие, выраженного в единицах "фунт/ч/отв.". В различных вариантах, перфорированная секция устройства для удаления летучих веществ может работать при давлении полимера не больше 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100 или 50 psig (манометрическое давление в фунтах на квадратный дюйм). Нити обычно находятся в среде с давлением паров не больше 30, 20, 10, 5, 1 или 0.2 торр для максимизации эффективности удаления летучих веществ.

Перфорированные секции проточных трубок (т.е. сопел устройства для удаления летучих веществ) могут иметь некруглое поперечное сечение. Это некруглое поперечное сечение может иметь 3 или более сторон. Например и без ограничений, некруглое поперечное сечение может иметь форму кругового сектора, эллиптического сектора или неправильного четырехугольника, также называемую здесь формой "рожка мороженого" или "парашюта". Круговой сектор представляет собой часть круга, ограниченную двумя радиусами этого круга и отрезком дуги окружности (т.е. частью периметра круга). Эллиптический сектор представляет собой часть эллипса, ограниченную двумя радиусами этого эллипса и отрезком дуги эллипса (т.е. частью периметра эллипса). Неправильный четырехугольник представляет собой многоугольник с четырьмя сторонами, где не все стороны и не все углы являются конгруэнтными. На фиг. 11 показан вариант перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, имеющей такое некруглое поперечное сечение 1100. Это некруглое поперечное сечение 1100 имеет форму эллиптического сектора. Некруглое поперечное сечение 1100 имеет три стороны 1110a, 1110b и 1120. Стороны 1110a и 1110b могут быть прямолинейными и могут в некоторых вариантах иметь одинаковую длину. Сторона 1120 может представлять собой дугу, соединенную со сторонами 1110a и 1110b под внутренними углами 1115a и 1115b, которые могут быть больше 90°. Внутренний угол 1130, образованный при соединении сторон 1110a и 1110b, может быть не меньше 70 или 76°. В некоторых вариантах внутренний угол 1130 равен 90° или меньше. Специалист в рассматриваемой области с помощью настоящего описания поймет, что дуга 1120 не обязана быть непрерывной кривой, но может быть образована из одного или нескольких сегментов дуги, оставаясь в пределах объема настоящего изобретения. В дополнение к этому специалист в рассматриваемой области с помощью настоящего описания поймет, что любые углы могут быть скруглены, не отклоняясь от объема настоящего изобретения. Стороны 1110a и 1110b могут содержать длину 1150 сверления для некруглого поперечного сечения 1100. Длина 1150 сверления представляет собой длину, вдоль каждой из сторон 1110a и 1110b, на которой угол 1140 выхода нити является постоянным и составляет не более 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Длина 1150 сверления меньше длины сторон 1110a и 1110b, поскольку каждая сторона начинает закругляться при приближении к углу, что уменьшает или увеличивает угол выхода нити от постоянной величины самое большее 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Отверстия присутствуют только вдоль длины 1150 сверления в пределах некруглого поперечного сечения 1100. Каждая проточная трубка 102 и перфорированная секция 132, показанные на фиг. 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 4, 5, 6A и 6B, могут иметь некруглое поперечное сечение, показанное на фиг. 11.

На фиг. 12 представлен вариант перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, имеющего некруглое поперечное сечение 1200. Это некруглое поперечное сечение 1200 имеет форму кругового сектора. Некруглое поперечное сечение 1200 имеет три стороны 1210a, 1210b и 1220. Стороны 1210a и 1210b могут быть прямолинейными и могут, в некоторых вариантах, иметь одинаковую длину. Сторона 1220 может представлять собой дугу, соединенную со сторонами 1210a и 1210b во внутренних углах 1215a и 1215b, которые могут быть больше 90°. Внутренний угол 1230, под которым стороны 1210a и 1210b сходятся одна с другой, может быть не меньше 70 или 76°. В некоторых вариантах этот внутренний угол 1230 равен 90° или меньше. Специалист в рассматриваемой области с использованием настоящего изобретения поймет, что дуга 1220 не обязана быть непрерывной кривой, но может быть образована из одного или нескольких сегментов дуги, оставаясь в пределах объема настоящего изобретения. В дополнение к этому специалист в рассматриваемой области с помощью настоящего описания поймет, что любые углы могут быть скруглены, не отклоняясь от объема настоящего изобретения. Стороны 1210a и 1210b могут содержать длину 1250 сверления для некруглого поперечного сечения 1200. Длина 1250 сверления представляет собой длину вдоль каждой из сторон 1210a и 1210b, на которой угол 1240 выхода нити является постоянным и составляет самое большее 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Длина 1250 сверления меньше длины сторон 1210a и 1210b, поскольку каждая сторона начинает закругляться при приближении к углу, что уменьшает или увеличивает угол выхода нити от постоянной величины, составляющей самое большее 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Отверстия присутствуют только

вдоль длины 1250 сверления в пределах некруглого поперечного сечения 1200. Каждая проточная трубка 102 и перфорированная секция 132, показанные на фиг. 1А, 1В, 2А, 2В, 3А, 3В, 3С, 4, 5, 6А и 6В, могут иметь некруглое поперечное сечение, показанное на фиг. 12.

На фиг. 13 представлен вариант перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, имеющего некруглое поперечное сечение 1300. Это некруглое поперечное сечение имеет форму неправильного четырехугольника. Некруглое поперечное сечение 1300 имеет четыре стороны 1310а, 1310б, 1320а и 1320б. Стороны 1310а и 1310б могут быть прямолинейными и могут в некоторых вариантах иметь одинаковую длину. Стороны 1320а и 1320б могут быть прямолинейными и соединяться одна с другой под углом 1316, а также соединяться со сторонами 1310а и 1310б под внутренними углами 1315а и 1315б, которые могут быть больше 90°. Внутренний угол 1330, под которым сходятся стороны 1310а и 1310б, может быть не меньше 70 или 76°. В некоторых вариантах внутренний угол 1330 равен 90° или меньше. Специалист в рассматриваемой области с использованием настоящего изобретения поймет, что стороны 1320а и 1320б не обязаны быть образованы двумя прямыми линиями, а могут быть составлены из большего числа прямолинейных сегментов, оставаясь в пределах объема настоящего изобретения. В дополнение к этому специалист в рассматриваемой области с помощью настоящего описания поймет, что любые углы могут быть скруглены, не отклоняясь от объема настоящего изобретения. Стороны 1310а и 1310б могут содержать длину 1350 сверления для некруглого поперечного сечения 1300. Длина 1350 сверления представляет собой длину вдоль каждой из сторон 1310а и 1310б, на которой угол 1340 выхода нити является постоянным и составляет самое большее 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Длина 1350 сверления меньше длины сторон 1310а и 1310б, поскольку каждая сторона начинает закругляться при приближении к углу, что уменьшает или увеличивает угол выхода нити от постоянной величины, составляющей самое большее 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Отверстия присутствуют только вдоль длины 1350 сверления в пределах некруглого поперечного сечения 1300. Каждая проточная трубка 102 и перфорированная секция 132, показанные на фиг. 1А, 1В, 2А, 2В, 3А, 3В, 3С, 4, 5, 6А и 6В, могут иметь некруглое поперечное сечение, показанное на фиг. 13.

В общем случае длина сверления поперечного сечения располагается на нижней части этого поперечного сечения, так что полимерные нити могут беспрепятственно выходить вниз из перфорированной секции в колонну для удаления летучих веществ под воздействием силы тяжести. В различных вариантах поперечные сечения, показанные на фиг. 11-13, имеют примерно одинаковую площадь поперечного сечения, равную примерно 754 дюйм² (эквивалентный диаметр 15.5 дюйм), при понимании, что может быть выбрана любая подходящая площадь поперечного сечения исходя из общих технологических и конструкторских соображений. При той же самой площади поперечного сечения вариации формы поперечного сечения перфорированной секции могут вызвать вариации, помимо всего прочего, площади сверления и числа отверстий, угла выхода нити, механических напряжений, деформаций и содержания летучих веществ в полимере после удаления летучих веществ.

Площадь поперечного сечения может при проектировании быть соответствующей перепаду давлений и равномерному распределению потока. Формы поперечного сечения можно сравнивать на основе постоянного отношения ширины к площади сверления с целью оптимизации размеров проточной трубки и максимизации общего числа отверстий для конкретного размера колонны. Как указано ранее, эффективность удаления летучих веществ значительно снижается для углов выхода нити больше 65°.

Некруглые формы поперечного сечения, показанные на фиг. 11-13, имеют углы или изгибы. Для минимизации механических напряжений и деформации узлы могут быть выполнены с некоторым радиусом изгиба. Увеличение радиусов изгиба позволяет уменьшить механические напряжения, но это также ведет к уменьшению площади сверления. Идеальный радиус изгиба зависит от номинального уровня давления, толщины стали, марки стали или конструкционного материала и способов изготовления. Радиус изгиба может быть не больше 4, 3, 2, 1.5, 1, 0.75 или 0.5 дюйма.

Следующие уравнения могут быть использованы для предсказания уровней содержания мономера стирола в полистироле после удаления летучих веществ с использованием сопел, имеющих некруглое поперечное сечение, для расхода полимера от примерно 0.003 до примерно 1 фунт/ч/отв., в качестве альтернативы от примерно 0.3 до примерно 1 фунт/ч/отв., в качестве альтернативы примерно 0.049 фунт/ч/отв. при температуре 469°F

$$V_{\Theta=0} = 0.5883\rho^{1.3935} \quad (1)$$

$$V_{\Theta} = 0.0086\rho^2 - 0.5664\rho + 0.0719\rho\Theta - 0.1578\Theta - 8.3127 \quad (2)$$

$$V - \alpha_0 V_0 + \alpha_{\Theta} V_{\Theta} \quad (3)$$

В этих уравнениях V обозначают уровни летучего стирола в ppm, ρ обозначает рабочее давление перфорированной секции в торр (которое может также представлять собой давление на выходе предшествующего по технологическому потоку устройства для импульсного дегазирования), α_0 обозначает долю отверстий с углом Θ выхода нити, равным нулю градусов, и α_{Θ} обозначает долю отверстий с углом выхода нити больше нуля и не больше 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. В различных вариантах, описываемые здесь перфорированные секции устройства для удаления летучих веществ, имеющие некруглое

поперечное сечение, позволяют производить полистирол с содержанием летучих веществ меньше 100 ppm при рабочем давлении не больше 30 торр.

В различных вариантах перфорированная секция, имеющая некруглое поперечное сечение 1100, 1200 и 1300, показанное на фиг. 11-13, содержит сужающиеся отверстия (с изменяющимся диаметром) для дальнейшего уменьшения механических напряжений и/или деформации перфорированной секции, причем такая перфорированная секция может быть изготовлена из нержавеющей стали марки 304, в качестве альтернативы из нержавеющей стали марки AL-6XN, в качестве альтернативы из нержавеющей стали марки LDX 2101. В различных вариантах перфорированная секция, имеющая поперечное сечение, показанное на фиг. 11, или 12, или 13, позволяет выпускать дегазированный полимер (например, полистирол) с содержанием летучих веществ (например, мономера стирола) не более примерно 100 ppm или в качестве альтернативы не больше 50 ppm.

Конструкция головной части колонны и конструкция перфорированной секции.

Описанная здесь конструкция головной части колонны, варианты которой показаны на фиг. 1A-6B, используется в сочетании с описанной здесь конструкцией сопел устройства для удаления летучих веществ, варианты которой показаны на фиг. 7-13. Например, проточные трубки или, по меньшей мере, перфорированные секции таких проточных трубок в конструкции головной части колонны, показанной на фиг. 1A-6B, могут иметь (1) угол выхода нити, показанный на фиг. 7; (2) расположение отверстий, показанное на фиг. 8; (3) одну или несколько перфорированных форм, показанных на фиг. 7, 9 или 10; (4) некруглое поперечное сечение, показанное на фиг. 11, или 12, или 13; (5) или сочетание этих характеристик.

Кроме того, здесь описан способ удаления летучих веществ из полимера. Способ включает пропускание расплавленного полимера через головную часть колонны, как описано здесь, к перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ, как описано здесь. Большинство нитей могут выходить из перфорированной секции устройства для удаления летучих веществ при максимальном угле выхода нити не больше 45°, или 52°, или 52.5°, или 65°. Дегазированный полимер может представлять собой полистирол, содержащий не более 1000 ppm мономера стирола.

В зависимости от контекста все приведенные здесь ссылки на "изобретение" могут, в некоторых случаях, обозначать только какие-то конкретные варианты. В других случаях они могут ссылаться на предмет, упомянутый в одном или нескольких, но не обязательно всех, пунктах формулы изобретения. Тогда как приведенное выше изложение направлено на варианты, версии и примеры настоящего изобретения, включенные сюда, чтобы позволить специалистам в рассматриваемой области изготовить и использовать изобретения, когда информация этого патента комбинируется с доступной информацией и технологией, при этом настоящее изобретение не ограничивается только конкретными вариантами, версиями и примерами. Другие и дополнительные варианты, версии и примеры настоящего изобретения могут быть выведены без отклонения от базового объема изобретения, который определен прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Колонна для удаления летучих веществ из полимера, содержащая головную часть колонны, содержащую множество отверстий; и множество боковых проточных трубок, расположенных в параллельной конфигурации, причем каждая из боковых проточных трубок входит в головную часть колонны через одно из отверстий в головной части колонны, так что на каждую боковую проточную трубку приходится только одно отверстие в головной части колонны, при этом каждая из боковых проточных трубок содержит перфорированную секцию, расположенную внутри головной части колонны, указанная перфорированная секция имеет некруглое поперечное сечение, причем это некруглое поперечное сечение имеет форму кругового сектора, эллиптического сектора или неправильного четырехугольника,

когда некруглое поперечное сечение имеет форму кругового сектора или эллиптического сектора, некруглое поперечное сечение имеет две прямолинейные стороны, третья сторона некруглого поперечного сечения является дугой, две прямолинейные стороны соединены под углом не меньше 70-76° и каждая из прямолинейных сторон соединена с дугой под углом больше 90° или

когда некруглое поперечное сечение имеет форму неправильного четырехугольника, некруглое поперечное сечение имеет две прямолинейные стороны, две дополнительные прямолинейные стороны, которые соединены вместе, причем две прямолинейные стороны соединены под углом не меньше 70-76°, каждая прямолинейная сторона соединена с соответствующей дополнительной прямолинейной стороной под углом, который больше 90°, а две дополнительные прямолинейные стороны соединены друг с другом под углом.

2. Колонна для удаления летучих веществ по п.1, отличающаяся тем, что отверстия в перфорированной секции расположены только на части двух прямолинейных сторон некруглого поперечного сечения.

3. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что большинство отверстий в боковых проточных трубках имеют максимальный угол выхода нити не более 65°.

4. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что отверстия в боковых проточных трубках являются сужающимися отверстиями.

5. Колонна для удаления летучих веществ по п.4, отличающаяся тем, что все или часть сужающихся отверстий имеют линейное сужение.

6. Колонна для удаления летучих веществ по п.4, отличающаяся тем, что все или часть сужающихся отверстий представляют собой множество внутренних сужающихся отверстий.

7. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что боковые проточные трубки соединены по текучей среде с внешним распределительным трубопроводом.

8. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что боковые проточные трубки изготовлены из нержавеющей стали марки 304, нержавеющей стали марки AL-6XN или нержавеющей стали марки LDX 2101.

9. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что боковые проточные трубки приварены в отверстиях в головной части колонны, или эти боковые проточные трубки закреплены в отверстиях в головной части колонны посредством внутренних фланцев, или эти боковые проточные трубки закреплены в отверстиях в головной части колонны посредством внешних фланцев.

10. Колонна для удаления летучих веществ по п.9, отличающаяся тем, что боковые проточные трубки закреплены в отверстиях в головной части колонны посредством внешних фланцев, и эти внешние фланцы расположены в шахматном порядке.

11. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, дополнительно содержащая внутреннюю опорную структуру, поддерживающую каждую боковую проточную трубку внутри головной части колонны на противоположной стороне относительно соответствующего отверстия в головной части колонны.

12. Колонна для удаления летучих веществ по п.11, отличающаяся тем, что внутренняя опорная структура выполнена с учетом горизонтального расширения или сжатия боковой проточной трубки.

13. Колонна для удаления летучих веществ по п.11, отличающаяся тем, что внутренняя опорная структура представляет собой скользящее седло, содержащее опорную направляющую, расположенную напротив отверстия в головной части колонны и над боковой проточной трубкой, и скользящую подвеску, соединяющую опорную направляющую с боковой проточной трубкой.

14. Колонна для удаления летучих веществ по п.11, отличающаяся тем, что внутренняя опорная структура содержит расположенное напротив соответствующего отверстия в головной части колонны опорное седло, на которое опирается боковая проточная трубка.

15. Колонна для удаления летучих веществ по п.14, отличающаяся тем, что опорное седло располагается с внутренней стороны от стенки головной части колонны или это опорное седло располагается с внешней стороны от стенки головной части колонны.

16. Колонна для удаления летучих веществ по п.14, отличающаяся тем, что опорное седло приварено к внутренней поверхности колонны.

17. Колонна для удаления летучих веществ по п.16, отличающаяся тем, что опорное седло приварено к внутренней поверхности колонны вдоль одного или нескольких дугообразных сварных швов, расположенных внутри этого опорного седла.

18. Колонна для удаления летучих веществ по п.16, отличающаяся тем, что опорное седло приварено к внутренней поверхности колонны вдоль одного или нескольких дугообразных сварных швов, расположенных внутри опорного седла, так что расстояние между корнями указанных дугообразных сварных швов и корнями сварных швов в отверстиях в головной части колонны минимизировано.

19. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что боковые проточные трубки приварены в отверстиях в головной части колонны и присоединены внешними фланцами к внешнему распределительному трубопроводу либо присоединены внутренними фланцами к внешнему распределительному трубопроводу.

20. Колонна для удаления летучих веществ по п.1 или 2, отличающаяся тем, что боковые проточные трубки присоединены внешними фланцами к отверстиям в головной части колонны и к внешнему распределительному трубопроводу.

21. Колонна для удаления летучих веществ по п.1, дополнительно содержащая внутреннюю опорную структуру, поддерживающую боковые проточные трубки внутри головной части колонны на стороне, противоположной отверстиям в головной части колонны, при этом эти боковые проточные трубки приварены в отверстиях в головной части колонны и присоединены внешними фланцами к внешнему распределительному трубопроводу, при этом эти перфорированные секции боковых проточных трубок проходят, по существу, по всей длине этих боковых проточных трубок от отверстий в головной части колонны до внутренней опорной структуры.

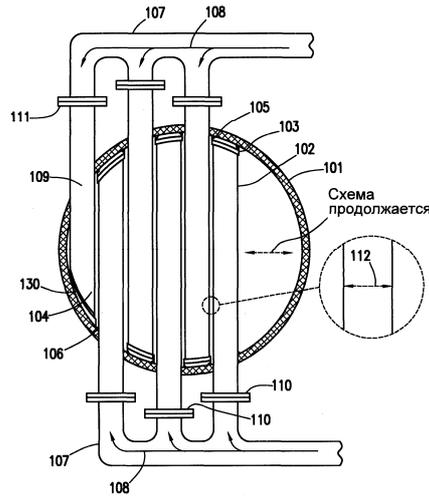
22. Колонна для удаления летучих веществ по п.1, дополнительно содержащая внутреннюю опорную структуру, поддерживающую боковые проточные трубки внутри головной части колонны на стороне, противоположной отверстиям в головной части колонны, при этом эти боковые проточные трубки присоединены внешними фланцами к отверстиям в головной части колонны и к внешнему распределительному трубопроводу, и при этом эти перфорированные секции боковых проточных трубок проходят,

по существу, по всей длине этих боковых проточных трубок от отверстий в головной части колонны до внутренней опорной структуры.

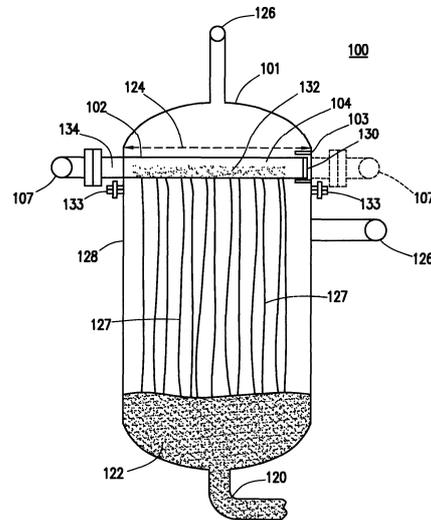
23. Способ удаления летучих веществ из полимера, включающий пропускание расплавленного полимера через боковые проточные трубки в головной части колонны для удаления летучих веществ по п.1 или 2,

причем расплавленный полимер выходит из боковых проточных трубок в виде нитей через отверстия в боковых проточных трубках внутри головной части колонны, и получение дегазированного полимера из колонны для удаления летучих веществ.

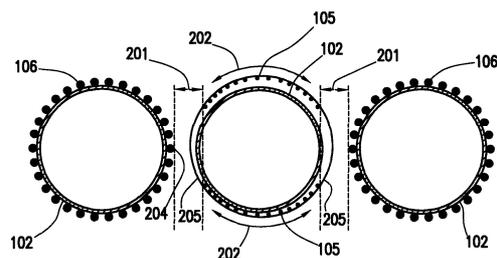
24. Способ по п.23, отличающийся тем, что большинство нитей выходят из отверстий под углом не более 52.5° .



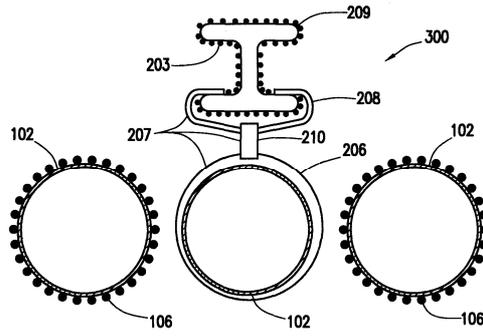
Фиг. 1А



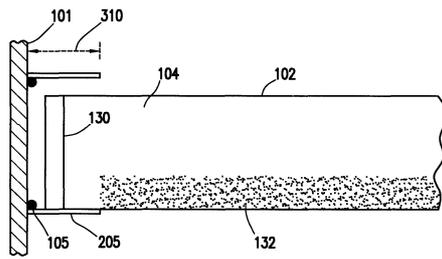
Фиг. 1В



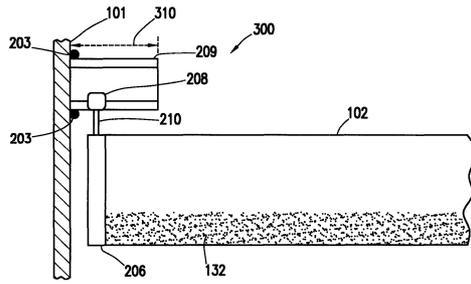
Фиг. 2А



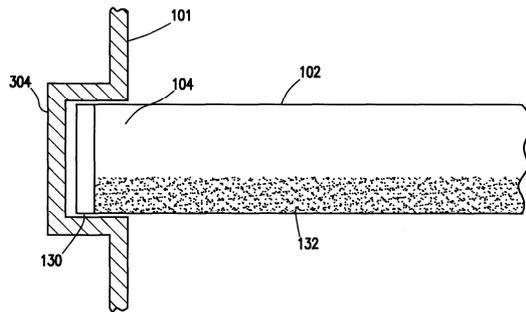
Фиг. 2В



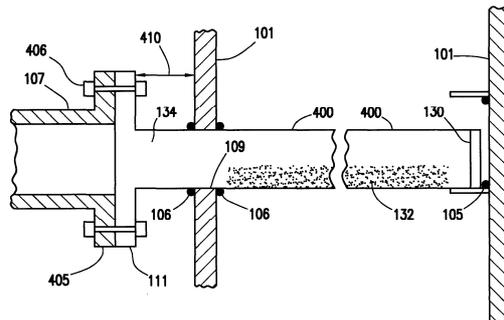
Фиг. 3А



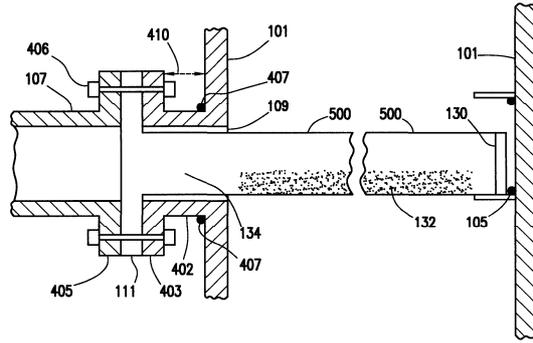
Фиг. 3В



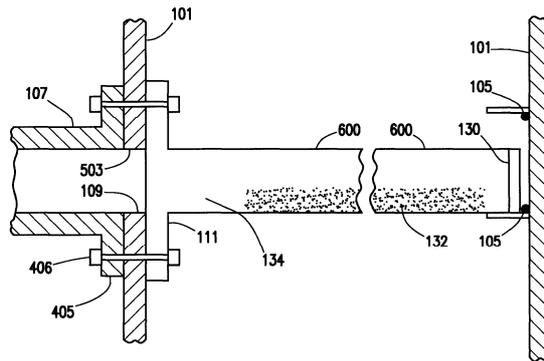
Фиг. 3С



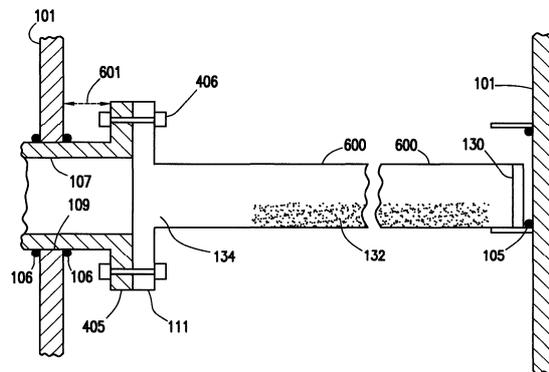
Фиг. 4



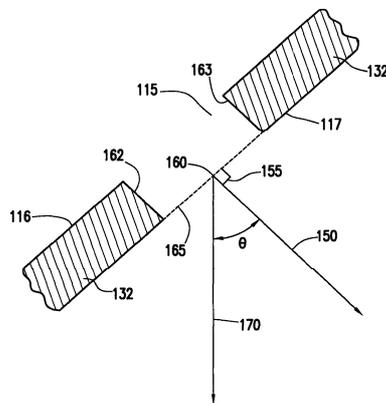
Фиг. 5



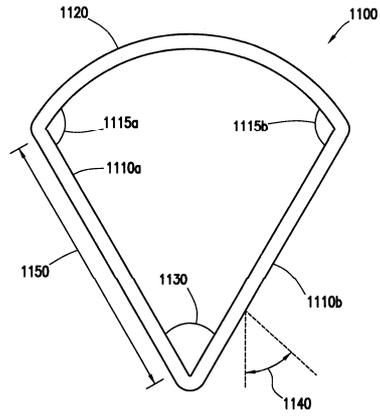
Фиг. 6А



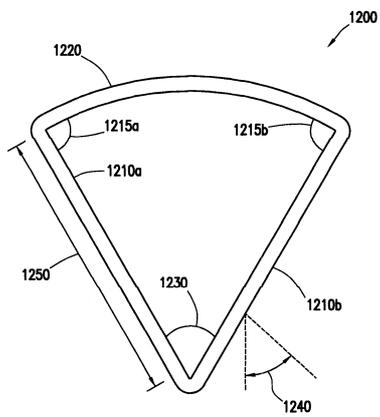
Фиг. 6В



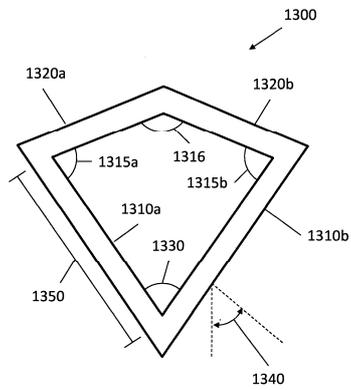
Фиг. 7



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

