

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043418**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.24

(21) Номер заявки
202291377

(22) Дата подачи заявки
2020.11.03

(51) Int. Cl. **C10G 11/18** (2006.01)
B01J 8/18 (2006.01)
B01J 8/24 (2006.01)

(54) ИНЖЕКТОР СЫРЬЯ ФЛЮИД-КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

(31) 62/930,419**(32) 2019.11.04****(33) US****(43) 2022.06.29****(86) PCT/US2020/058688****(87) WO 2021/091886 2021.05.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛАММУС ТЕКНОЛОДЖИ ЭлЭлСи
(US)

(72) Изобретатель:
Чэнь Лян, Лезос Питер, Сингх
Хардик, Марри Рама Рао, Томсула
Брайан, Худ Джон, Харихаран Виш,
Клод Алан, Брекенридж Джастин,
Кастаньос Леонс (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-A1-20160199805
US-A-5240183
US-A1-20140014555
US-A-6012652
US-A1-20150028132

(57) Инжектор сырья может включать корпус, имеющий наружную стенку и внутреннюю стенку, при этом между наружной стенкой и внутренней стенкой образуется первый канал. Первый канал предназначен для приема распыляющего газа. Кроме этого, второй канал может быть образован внутренней стенкой, при этом второй канал предназначен для приема жидкости. Первый канал и второй канал разделены внутренней стенкой. Кроме этого, смесительная камера может находиться у выпуска первого канала и выпуска второго канала. Распыляющий газ из первого канала и жидкость из второго канала соударяются и/или смешиваются друг с другом в смесительной камере с образованием капель жидкости и смеси распыляющего газа и жидкости. Кроме этого, обтекаемый конус может иметь первый конец, расположенный во втором канале, и второй конец, расположенный в смесительной камере.

043418
B1

043418
B1

Область техники

Варианты осуществления настоящего изобретения вообще относятся к флюид-каталитическому крекингу (fluid catalytic cracking, FCC). Более конкретно, варианты осуществления настоящего изобретения вообще относятся к инжекторам или соплам установки FCC, через канал которых может быть подано масло. Обеспечиваемые изобретением инжекторы сырья или питающие сопла могут способствовать распределению углеводородного сырья.

Уровень техники

Флюид-каталитический крекинг (FCC) представляет собой химический процесс, в котором для создания из крупных молекул новых молекул меньшего размера с целью производства таких нефтепродуктов, как бензин и дистиллятное топливо, используют катализатор. Для преобразования углеводородных фракций сырой нефти в бензин, газообразные олефины и другие продукты может быть использована установка FCC. Кроме этого, катализатор, используемый в процессе нефтепереработки, образован из различных компонентов, например смеси таких твердых материалов, как кристаллический цеолит, матрица, связующее и наполнитель. Например, различные вещества могут обладать высокой реакционной способностью и значительно ускорять реакцию, что делает их эффективными катализаторами. Обычно, цеолит и матрица являются активными компонентами, тогда как связующее и наполнитель придают катализатору дополнительную прочность и целостность. В установке FCC в присутствии катализатора при нагревании происходит распад крупных молекул газойля на молекулы меньшего размера, образующие бензин, дистиллятное топливо и другие более ценные продукты, например бутан и пропан.

В соответствии с традиционными способами для подачи углеводородов в установку FCC используют различные инжекторы сырья или питающие сопла. Например, в патенте США № 4650566 описано множество направленных вверх сопел, расположенных у дна лифт-реактора, в каждом из которых осуществляется смешивание регулируемого потока масла и пара (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 5108583 описана система инжекторов лифт-реактора, в которой обычно используют пять инжекторов, равномерно размещенных по окружности лифт-реактора, при этом в каждой инжекционной трубе у выпускного трубопровода потока масла установлено распылительное сопло спирально-лопастного типа с целью создания однородной конической струи для улучшения распыления нефтяного сырья (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 5240183 также описано распылительное сопло со спиральной конфигурацией струи, установленное в конце жидкостного трубопровода для облегчения распыления жидкости (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 5794857 описано питающее сопло, включающее внутренний цилиндрический трубопровод пара и кольцевой наружный трубопровод масла, при этом первый наконечник сопла неподвижно закреплен на выходном конце внутреннего трубопровода пара с целью смешивания пара с углеводородным маслом, второй наконечник сопла закреплен на наружном трубопроводе масла с целью распыления смеси пара и углеводородного масла (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 6179997 описано применение рассеивателя в виде перфорированной трубы для распределения пара в жидкости с целью распыления нефтяного сырья в соответствующей распылительной системе (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 5306418 описана система питающего сопла, предназначенная для распыления углеводородного сырья, в которой имеется множество различных распылительных секций, обеспечивающая сначала подачу распыляющего газа в форме радиального потока снаружи-внутрь в поток масла, после чего смесь выбрасывается на отражающую вставку в области кольцевого расширения и распыляется через выпускное отверстие (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 7172733 описано инжекционное устройство с трубкой Вентури, предназначенное для облегчения распыления масла (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 8025792 описано распыление текучей среды с использованием расположенных радиально отверстий с выступающей отбортовкой для предотвращения эрозии отверстий (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 5948241 описано смешивание масла и пара путем введения пара снаружи из кольцевого пространства в трубопровод масла с использованием дросселирующих отверстий и рассеивание смеси через дроссельную шайбу с целью распыления (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). В патенте США № 5692682 описано применение спирального устройства для распыления потока масла и наружного смешивания с паром с целью распыления масла (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки). Что касается других заявок, не относящихся к FCC, в патентной публикации США № 2016/0178722 описано использование круглого выпускного отверстия с радиальными надрезами для улучшения отношения поверхности к объему в распыляемой струе, образуемой соплом (все положения которой включаются в настоящий документ путем ссылки). Кроме этого, в патенте WIPO № PCT/IN2016/050171 описано смешивание пара и углеводорода с получением эмульсии, которая затем сталкивается с направляющими краями, образуя тонкую пленку, разрезаемую газовыми струями (все положения которого включаются в настоящий документ путем ссылки).

Сущность изобретения

Краткое изложение сущности изобретения подразумевает введение некоторого набора концепций, которые пояснены далее в подробном описании. Данное краткое изложение не направлено на определение ключевых или неотъемлемых отличительных особенностей заявленного предмета изобретения и не предполагает использования в качестве одного из средств ограничения объема заявленного предмета изобретения.

В одном из аспектов варианты раскрываемого изобретения относятся к инжектору сырья, который может включать

- корпус, имеющий наружную стенку и внутреннюю стенку;
- первый канал, образованный между наружной стенкой и внутренней стенкой, при этом первый канал предназначен для приема распыляющего газа;
- второй канал, образованный внутренней стенкой,
- при этом второй канал предназначен для приема жидкости,
- при этом первый канал и второй канал разделены внутренней стенкой;
- смесительную камеру у выпуска первого канала и выпуска второго канала, при этом распыляющий газ из первого канала и жидкость из второго канала соударяются и/или смешиваются друг с другом в смесительной камере с образованием капель жидкости и смеси распыляющего газа и жидкости;
- обтекаемый конус, имеющий первый конец, расположенный во втором канале, и второй конец, расположенный в смесительной камере,
- при этом кольцевое пространство между внутренней стенкой второго канала и наружной поверхностью обтекаемого конуса образует траекторию движения жидкости к выпуску второго канала,
- при этом выпуск второго канала образован зазором между концом внутренней стенки и вторым концом обтекаемого конуса,
- при этом выступ у второго конца обтекаемого конуса отклонен относительно центральной оси инжектора сырья под углом от 0 до 90°; и
- выпускной канал у конца смесительной камеры, противоположного обтекаемому конусу.

В другом аспекте варианты раскрываемого изобретения относятся к установке флюид-каталитического крекинга, которая может включать

- расположенный вертикально лифт-реактор;
- регенератор, сообщаемый по текучей среде с расположенным вертикально лифт-реактором и предназначенный для подачи в него катализатора или горячих частиц;
- один или более инжекторов сырья, установленных в расположенном вертикально лифт-реакторе,
- при этом инжекторы сырья могут включать
- корпус, имеющий наружную стенку и внутреннюю стенку;
- первый канал, образованный между наружной стенкой и внутренней стенкой, при этом первый канал предназначен для приема распыляющего газа;
- второй канал, образованный внутренней стенкой,
- при этом второй канал предназначен для приема жидкого сырья,
- при этом первый канал и второй канал разделены внутренней стенкой;
- смесительную камеру у выпуска первого канала и выпуска второго канала,
- при этом распыляющий газ из первого канала и жидкость из второго канала смешиваются друг с другом в смесительной камере с образованием капель жидкости и смеси распыляющего газа и жидкости;
- обтекаемый конус, имеющий первый конец, расположенный во втором канале, и второй конец, расположенный в смесительной камере,
- при этом кольцевое пространство между внутренней стенкой второго канала и наружной поверхностью обтекаемого конуса образует траекторию движения жидкости к выпуску второго канала,
- при этом выпуск второго канала образован зазором между концом внутренней стенки и вторым концом обтекаемого конуса,
- при этом выступ у второго конца обтекаемого конуса отклонен относительно центральной оси инжектора сырья под углом от 0 до 90°; и
- выпускной канал у конца смесительной камеры, противоположного обтекаемому конусу,
- при этом капли жидкости и смесь распыляющего газа и жидкости поступают в расположенный вертикально лифт-реактор через выпускной канал одного или более инжекторов сырья.

В другом аспекте варианты раскрываемого изобретения относятся к способу, который может включать стадии, на которых

- обеспечивают поток распыляющего газа через первый канал инжектора сырья;
- обеспечивают поток жидкости через второй канал инжектора сырья, при этом первый канал и второй канал в инжекторе сырья разделены стенкой;
- направляют жидкость через траекторию жидкости, образованную кольцевым пространством между стенкой и наружной поверхностью обтекаемого конуса внутри инжектора сырья, при этом жидкость перемещается от первого конца обтекаемого конуса во втором канале ко второму концу обтекаемого конуса в смесительной камере инжектора сырья;

выпускают жидкость в смесительную камеру через выпуск второго канала, образованный зазором между концом стенки и вторым концом обтекаемого конуса, распределяя жидкость в смесительной камере при помощи выступа у второго конца обтекаемого конуса, отклоненного относительно центральной оси инжектора сырья под углом от 0 до 90°;

выпускают распыляющий газ в смесительную камеру через выпуск первого канала;

объединяют жидкость из второго канала и распыляющий газ из первого канала в смесительной камере с образованием капель жидкости, получая смесь распыляющего газа и капель жидкости;

выпускают смесь распыляющего газа и капель жидкости через выпускной канал инжектора сырья у конца смесительной камеры, противоположного обтекаемому соплу.

Преимущество раскрываемых вариантов осуществления изобретения заключается в том, что может быть достигнуто улучшенное распределение текучих сред в установках FCC, более благоприятное для функционирования FCC. Еще одним преимуществом является то, что инжекторы сырья или питающие сопла, соответствующие некоторым вариантам осуществления изобретения, могут обеспечивать распределение, характеристики которого превосходят соответствующие параметры для структур, описанных в известном уровне техники. Другие аспекты и преимущества изобретения станут понятны из последующего описания и прилагаемой формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлено схематичное поперечное сечение инжектора сырья флюид-каталитического крекинга в соответствии с одним или более вариантами осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2A-2D представлено схематичное поперечное сечение инжектора сырья в соответствии с одним или более вариантами осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3 схематично показан инжектор сырья, размещенный в установке флюид-каталитического крекинга в соответствии с одним или более вариантами осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

Далее варианты осуществления настоящего изобретения описаны подробно со ссылкой на прилагаемые фигуры. В целях взаимосогласованности подобные элементы на разных фигурах могут быть обозначены одинаковыми номерами позиций. Кроме этого, в нижеследующем подробном описании приведены многочисленные конкретные подробности, обеспечивающие более полное понимание заявленного объекта изобретения. Однако специалистам в данной области будет ясно, что описанные варианты осуществления изобретения могут быть реализованы на практике без этих конкретных подробностей. В других случаях, хорошо известные элементы подробно не описаны, чтобы избежать ненужного усложнения описания.

В одном из аспектов варианты осуществления раскрываемого изобретения относятся к инжектору сырья или питающему соплу для флюид-каталитического крекинга (FCC). В настоящем контексте термин "сообщающийся", или "сообщающийся с", или "соединенный", или "соединенный с" могут указывать на установление прямого или косвенного соединения, которое не ограничено одним из этих типов, если это не определено специально. В настоящем контексте текучие среды могут представлять собой жидкости, газы и/или их смеси. Где это возможно, на фигурах для обозначения одинаковых или одних и тех же элементов использованы подобные или идентичные номера позиций. Фигуры не обязательно выполнены в масштабе, некоторые фигуры и некоторые представленные на фигурах виды могут быть для ясности выполнены в увеличенном масштабе.

Инжекторы сырья, соответствующие вариантам осуществления настоящего изобретения, представляют собой устройства, включающие множество каналов, расположенных между стенками, по которым могут протекать жидкости или газы. Кроме этого, в канале инжектора сырья может быть размещен обтекаемый конус, предназначенный для распределения жидкостей в канале с целью приведения их в контакт с газами из другого канала. Кроме этого, может быть предусмотрено наличие смесительной камеры для вступления в контакт жидкостей и газов из соответствующих каналов друг с другом. В одном не имеющем ограничительного характера примере инжекторы сырья, соответствующие вариантам осуществления настоящего изобретения, могут быть использованы для улучшения распределения потока углеводородного масла с целью образования небольших однородных капель масла, затем распыляемых в потоке катализатора в нижней части лифт-реактора установки FCC. Инжекторы сырья могут являться существенным компонентом установки FCC, обеспечивающим подачу сырья в лифт-реактор. В процессе FCC горячий катализатор, такой как пар, поступает из регенератора по стояку регенератора в нижнюю часть лифт-реактора. Жидкость, такую как масло, подают через питающие сопла с целью формирования небольших капель масла, вступающих в контакт с частицами горячего катализатора. Размер и распределение капель масла, характер распределения масла, и контакт с катализатором существенно влияют на испарение нефтяного сырья и параметры последующей реакции в лифт-реакторе. В одном или более вариантах осуществления изобретения множество инжекторов сырья может быть установлено в нижней части лифт-реактора с целью оптимального распределения капель масла в лифт-реакторе и обеспечения их контакта с горячим катализатором, благоприятного для последующей реакции.

Как показано на фиг. 1-2D, раскрываемые варианты осуществления изобретения включают инжектор 100 сырья, в котором может быть предусмотрено наличие первого канала 101 и второго канала 102,

предназначенных для подачи текучих сред в лифт-реактор установки FCC. В некоторых вариантах осуществления изобретения в инжекторе 100 сырья может быть предусмотрено наличие обтекаемого конуса 103, расположенного так, что текучие среды, выходящие из первого канала 101, распределяются в смесительной камере 104, вступая в контакт с текучими средами, выходящими из второго канала 102. Кроме этого, также предусматривается, что со смесительной камерой 104 может быть выровнен выпускной канал 105, предназначенный для выпуска текучих сред из инжектора 100 сырья. Кроме этого, внутренняя стенка 106b может отделять первый канал 101 от второго канала 102. Кроме этого, внутренняя стенка 106b и обтекаемый конус 103 могут быть так расположены в пространстве друг относительно друга, что между ними образуется траектория для движения текучих сред во втором канале 102 и поступления в смесительную камеру 104. Траектории потоков, контакт с катализатором, смешивание, диспергирование и распределение текучих сред инжектором 100 сырья может определяться взаимным пространственным расположением внутренней стенки 106 и обтекаемого конуса 103 в инжекторе 100 сырья. Обтекаемый конус 103 может быть подвешен на некотором расстоянии от конца внутренней стенки 106b при помощи одного или более соединительных элементов (не показаны), отходящих от конца внутренней стенки 106b или недалеко от него.

Теперь обратимся фиг. 1, где показан инжектор 100 сырья, соответствующий одному или более вариантам осуществления настоящего изобретения. Хотя изображен только один инжектор 100 сырья, одновременно может быть установлено множество инжекторов сырья с целью объединения множества потоков, что не выходит за рамки настоящей заявки. В некоторых вариантах осуществления изобретения инжектор 100 сырья может иметь корпус 106 с наружной стенкой 106a и внутренней стенкой 106b. Корпус 106 может иметь протяженность от первого конца 107 до второго конца 108. Также предусматривается, что второй конец 108 может быть закругленным и иметь отверстие (т.е. выпускной канал 105) на вершине закругленного конца. Хотя отмечается, что второй конец 108, как показано на фиг. 1, является закругленным, специалистам понятно, что второй конец 108 может иметь любую форму, что не выходит за рамки настоящего изобретения. Кроме этого, отверстие (т.е. выпускной канал 105) может находиться в другом месте корпуса 106, нежели вершина закругленного конца, что не выходит за рамки настоящего изобретения. Также предусматривается, что инжектор 100 сырья может иметь более одного отверстия, что не выходит за рамки настоящего изобретения. Выпускной канал 105 может являться выпуском, через который капли масла распыляются инжектором 100 в лифт-реактор.

В одном или более вариантах осуществления изобретения наружная стенка 106a может иметь цилиндрическую форму, тогда корпус 106 представляет собой цилиндр. Специалистам понятно, что корпус 106 инжектора 100 сырья может иметь форму любого многоугольника, отличного от цилиндра, что не выходит за рамки настоящего изобретения. Наружная стенка 106a может окружать первый канал 101 так, чтобы в первом канале 101 формировался первый поток между наружной стенкой 106a и внутренней стенкой 106b. Кроме этого, внутренняя стенка 106b может окружать второй канал 102 так, чтобы внутри внутренней стенки 106b образовывался второй поток, и внутренняя стенка 106b отделяет первый канал 101 от второго канала 102. В одном не имеющем ограничительного характера примере эти два отделенных друг от друга потока, поступающие в питающее сопло, могут представлять собой поток жидкого сырья (например, углеводороды) и поток распыляющего газа (например, пар). Также предусматривается, что наружная стенка 106a и внутренняя стенка 106b могут быть расположены соосно относительно центральной оси инжектора 100 сырья.

Как показано на фиг. 1, в одном или более вариантах осуществления изобретения масло может быть подано во второй канал 102 через впуск 109 жидкости у первого конца 107 инжектора 100 сырья. Масло может протекать в некотором направлении (см. стрелки O) от впуска 109 жидкости ко входу во второй канал 102. При протекании по второму каналу 102, масло может быть направлено (см. стрелки O') по траектории потока жидкости, образуемой зазором 110 между внутренней стенкой 106b и обтекаемым конусом 103. Из траектории потока жидкости (т.е. из зазора 110) масло может поступать (см. стрелки O'') из второго канала в смесительную камеру 104. Специалистам в данной области понятно, что благодаря направлению масла по траектории потока жидкости (т.е. зазору 110), оно может равномерно распределяться в смесительной камере 104, что облегчает распыление масла.

В некоторых вариантах осуществления изобретения пар может быть подан в первый канал 101 через впуск 111 газа между первым концом 107 и вторым концом 108 инжектора 100 сырья. Пар может перемещаться в некотором направлении (см. стрелки S) от впуска 111 газа ко входу в первый канал 107. Пройдя через первый конец 107, пар может поступать (см. стрелки S') из первого канала 101 в смесительную камеру 104 на смешивание и/или диспергирование 112 масла, поступающего из второго канала 102. Специалистам в данной области понятно, каким образом пар, вступающий в контакт с маслом в смесительной камере 104, может вызывать распыление 113 масла. После распыления 113 масла паром капли масла могут выходить (см. стрелки OD) из смесительной камеры 104 и выбрасываться (см. стрелки ODS) из инжектора 100 сырья через выпускной канал 105. Также предусматривается, что выпускной канал 105 может обеспечивать подачу капель масла в лифт-реактор установки FCC.

Теперь обратимся к фиг. 2A-2D, увеличенному изображению смесительной камеры (пунктирная рамка), показанной на фиг. 1, в одном или более вариантах осуществления изобретения, включающему

вид обтекаемого конуса 103 в инжекторе 100 сырья. Обтекаемый конус 103 может иметь протяженность от первого конца 103а, находящегося во втором канале 102, до второго конца 103b, находящегося в смесительной камере 104. Кроме этого, наружная поверхность 200 обтекаемого конуса 103 может постепенно увеличиваться от первого конца 103а ко второму концу 103b таким образом, что минимальная ширина обтекаемого конуса соответствует первому концу 103а, а максимальная ширина - второму концу 103b. Также предусматривается, что наружная поверхность 200 может иметь различные участки (200а, 200b, 200с) с разными или одинаковыми углами наклона. В одном не имеющем ограничительного характера примере наружная поверхность 200 может иметь первый участок 200а, протяженный от первого конца 103а до начала второго участка 200b, при этом второй участок 200b доходит до третьего участка 200с. Третий участок 200с может иметь протяженность от конца второго участка 200b до выступа 201 у второго конца 103b обтекаемого конуса 103.

Специалистам в данной области понятно, что по мере прохождения масла по траектории потока жидкости (т.е. зазору 110) вдоль наружной поверхности 200 обтекаемого конуса 103, поток масла может равномерно распределяться, что облегчает его рассредоточение далее на траектории потока жидкости (т.е. в зазоре 110) с образованием тонкой масляной пленки, лигамента и затем капель. Траектория потока жидкости (т.е. зазор 110) может быть образована кольцевым пространством между внутренней стенкой 106b второго канала 102 и наружной поверхностью 200 обтекаемого конуса 103. Это кольцевое пространство может иметь различную конфигурацию, обеспечивающую разную скорость и характер распределения выходящего масла, благодаря изменению углов наклона отдельных участков (220а, 200b, 200с) наружной поверхности 200 обтекаемого конуса 103.

В одном или более вариантах осуществления изобретения, выпуск 202 второго канала 102 может быть образован зазором между вторым концом 103b обтекаемого конуса 103 и концом 203 внутренней стенки 106b. Также предусматривается, что зазор может быть переменным с целью изменения толщины выходящей масляной пленки/лигамента для обеспечения максимальной площади контакта нефтяного сырья (т.е. второго канала 102) и распыляющего пара (т.е. первого канала 101). В одном не имеющем ограничительного характера примере выступ 201 у второго конца 103b обтекаемого конуса 103 может быть отклонен от центральной оси СА с тем, чтобы масло, поступаая в смесительную камеру 104, могло непосредственно соударяться или смешиваться с распыляющим газом, что, благодаря силе инерции и сдвигающему усилию, облегчает образование капель масла. Угол А выступа 201 в рамках объема настоящего изобретения может быть любым углом от 0 до 90°. Кроме этого, распыляющий пар может выходить из первого канала 101 через выпуск 205 до выпуска 202 второго канала 102. Специалистам в данной области известно, как может быть изменена геометрия и размер обтекаемого конуса 103, чтобы надлежащим образом направить нефтяное сырье из второго канала 102 вдоль внутренней стенки 106b и обеспечить такое прохождение им траектории потока жидкости (т.е. зазора 110), в результате которого достигается оптимальное распыление, а также заданная кинетическая энергия и минимальные потери энергии.

Как показано на фиг. 2А, угол А выступа 201 составляет 45°, тогда как на фиг. 2В-2D показан угол А выступа 201, равный 90°. На фиг. 2С также показано, что часть наружной поверхности 200 обтекаемого конуса 103 может быть снабжена множеством закручивающих лопаток 206. Множество закручивающих лопаток 206 может мягко изменять направление потока масла и разделять его на более мелкие струи/тонкие полосы. При наличии множества закручивающих лопаток 206 масло, выходя из второго канала 102, может непосредственно соударяться или вступать в контакт с отдельной порцией распыляющего пара, поступающего из первого канала 101, скорее в лобовом, или перпендикулярном, а не параллельном, или сдвиговом, направлении. Специалистам в данной области известно, каким образом множество закручивающих лопаток 206 может интенсифицировать раздробление и атомизацию масла с целью достижения меньшего размера капель масла. Также предусматривается, что угол наклона и направление множества закручивающих лопаток 206 могут быть оптимизированы с целью обеспечения различных величин скорости и угла на выходе в зависимости от заданного соотношения приемлемого падения давления и степени распыления. Кроме этого, выпуск 205 первого канала 101 может быть расположен под углом для достижения оптимального эффекта распыления вследствие непосредственного контакта с тонкой струей/пленкой масла, выходящего из второго канала 102, и сведения к минимуму потерь энергии помимо обеспечиваемого множеством закручивающих лопаток 206. В одном не имеющем ограничительного характера примере выпуск 205 первого канала 101 может быть наклонен под углом Х атаки (т.е. углом, под которым распыляющий пар направлен к масляной пленке, вытекающей из выпуска 202) от 0 до 90°. Кроме этого, расстояние Y атаки может быть переменным расстоянием от выпуска 205 первого канала 101 до точки, в которой распыляющий пар вступает в контакт с маслом. Специалистам в данной области понятно, как множество закручивающих лопаток 206 может поддерживать эксплуатационные характеристики инжектора 100 сырья, обеспечивая механическую стабильность благодаря тому, что выпуск 202 второго канала 102 не будет изменяться или подвергаться вредному воздействию на протяжении срока службы инжектора 100 сырья из-за технологических нарушений или длительного вредного воздействия, например, усталости или эрозии.

Как показано на фиг. 2D, в одном или более вариантах осуществления изобретения один или более дополнительных потоков могут быть введены во второй канал 102 с целью предварительного смешивания внутри второго канала 102. В одном не имеющем ограничительного характера примере внутренней стенка 106b может быть снабжена отверстием 207. Отверстие 207 может обеспечивать возможность выхода из первого канала 101 части распыляющего пара, протекающего по первому каналу 101, и его поступления во второй канал 102 до выпуска 205 первого канала 101. Также предусматривается, что один или более дополнительных потоков могут быть введены непосредственно, чтобы во втором канале 102 по потоку до обтекаемого конуса 103 имел место поток 208 газа.

Как показано на фиг. 2A-2D, пар, выполняющий роль распыляющего газа, может быть введен из первого канала 102 по кольцевому пространству между наружной стенкой 106a и внутренней стенкой 106b корпуса 106. В одном не имеющем ограничительного характера примере выходящее из второго канала масло может вступать в контакт с паром, выходящим из первого канала 102 с большой скоростью, в результате чего жидкость под действием высокой относительной скорости и сдвиговых усилий между этими двумя потоками разбивается с образованием газожидкостной дисперсии. Также предусматривается, что геометрия траектории пара в первом канале 102 может быть изменена с целью изменения скорости, с которой газ соударяется с маслом и создает сдвиговое усилие, и, следовательно, оказания влияния на смешивание/разбиение масла.

На фиг. 2A-2D также показано, что в одном или более вариантах осуществления изобретения инжектор 100 сырья может включать один или более отбойников 204, которые могут выступать из наружной стенки 106a и простираются внутрь смесительной камеры 104. Специалистам в данной области известно, каким образом один или более отбойников 204 могут дополнительно способствовать разбиению более крупных капель на более мелкие. Также предусматривается, что положение, высота и угол наклона одного или более отбойников 204 могут быть изменены с целью оказания влияния на скорость, с которой смесь сталкивается с отбойником, подвергаясь окончательному распылению. В одном не имеющем ограничительного характера примере один или более отбойников 204 могут быть наклонены относительно наружной стенки 106a на угол A', согласующийся с углом A выступа 201 обтекаемого конуса 103. Кроме этого, в инжекторе 101 сырья, описанном со ссылкой на фиг. 2A-2D, возможны геометрические изменения, выполненные одновременно или в различных сочетаниях и направленные на достижение образования мельчайших капель и однородного распределения.

Теперь обратимся к фиг. 3, соответствующей одному или более вариантам осуществления изобретения. На фиг. 3 показан один или более инжекторов 100 сырья, описанных со ссылкой на фиг. 1-2D, размещенных в нижней части лифт-реактора 501 установки 500 FCC. Кроме этого, один или более инжекторов 100 сырья могут быть зафиксированы или установлены с возможностью снятия в лифт-реакторе 501 при помощи сварки, запрессовки, клеевого соединения или механических крепежных элементов, известных в данной области. Хотя отмечается, что на фиг. 3 показан один или более инжекторов 100 сырья в установке 500 FCC, это служит лишь одним, не имеющим ограничительного характера примером. Специалистам в данной области известно, каким образом один или более инжекторов 100 сырья могут быть использованы в широком диапазоне вариантов применения помимо FCC без отступления от объема настоящего изобретения.

На фиг. 3 также представлена упрощенная технологическая схема процессов крекинга углеводородов и производства легких олефинов в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения. Углеводородное сырье, такое как газойль, подают через один или более инжекторов 2 сырья, подобных инжектору, показанному на одной из фиг. 1-2D, расположенных в нижней части лифт-реактора 3. Углеводородное сырье вступает в контакт с горячим регенерированным катализатором, подаваемым по J-образному колену. Катализатор может представлять собой, например, катализатор на основе цеолита типа Y, который может использоваться индивидуально или в сочетании с другими катализаторами, такими как ZSM-5 или ZSM-11.

Тепло, необходимое для испарения сырья и/или повышения температуры сырья до заданной температуры реактора, например, в диапазоне от 500°C до примерно 700°C, и эндотермическое тепло (теплота реакции) может быть подведено горячим регенерированным катализатором, поступающим из регенератора 17. Давление в первом лифт-реакторе 3 обычно лежит в диапазоне от 1 бар изб. до примерно 5 бар изб.

После того, как реакция крекинга, по большей части, завершена, смесь продуктов, парообразного непрореагировавшего сырья и отработанного катализатора поступает в двухступенчатую систему циклонов, заключенную в герметизирующем резервуаре 8 для циклонов. Двухступенчатая система циклонов включает первичный циклон 4, предназначенный для отделения отработанного катализатора от пара. Отработанный катализатор выгружают в выпарную секцию 9 через опускную трубу 5 первичного циклона. Тонкодисперсные частицы катализатора, захваченные отделенным паром из первичного циклона 4, отделяют в циклоне 6 второй ступени. Отделенный катализатор выгружают в отпарную секцию через опускную трубу 7. Пар из циклона 6 второй ступени выпускают через выпуск вторичного циклона, соединенный с напорной камерой 11, и по трубопроводу 12b парообразных продуктов реактора направляют в основную газофракционирующую установку (не показана) для извлечения продуктов, в том числе,

целевых олефинов. Если нужно, парообразный продукт дополнительно охлаждают путем введения в качестве закалочной среды легкого рециклового газойля (light cycle oil, LCO) или пара по распределительной линии 12а.

Отработанный катализатор, отведенный по опускным трубам 5, 7, подвергают отпарке в отпарном слое 9 с целью удаления связанного пара (парообразных углеводородов, захваченных в пространстве между частицами катализатора) путем приведения в контакт с паром, подаваемым в противотоке в нижнюю часть отпарной секции 9 через распределитель 10 пара. Затем отработанный катализатор по стояку 13а и катализаторопроводу 15 перемещают в регенератор 17. Золотниковый клапан 13b отработанного катализатора, расположенный на стояке 13а отработанного катализатора, предназначен для регулирования потока катализатора из отпарной секции 9 в регенератор 17. Небольшую часть воздуха горения подают через распределитель 14 для облегчения плавного перемещения отработанного катализатора.

Закоксованный или отработанный катализатор вводят через распределитель 16 отработанного катализатора в центре плотного слоя 24 регенератора. Воздух горения вводят при помощи распределителя 18 воздуха, расположенного в нижней части слоя 24 регенератора. В регенераторе 17 проводят выжигание отложений кокса на катализаторе посредством реакции с воздухом горения. Например, регенератор 17 может функционировать при температуре в диапазоне от примерно 640°C до примерно 750°C и давлении в диапазоне от примерно 1 бар изб. до примерно 5 бар изб. Катализаторную пыль, захваченную дымовыми газами, улавливают в циклоне 19 первой ступени и циклоне 21 второй ступени и возвращают в слой катализатора в регенераторе по соответствующим опускным трубам 20, 22. Дымовые газы, отводимые из выпуска циклона 21 второй ступени, направляют через напорную камеру 23 и по линии 24 дымовых газов далее по потоку на утилизацию сбросного тепла и/или энергии.

Регенерированный катализатор выводят в загрузочный бункер 26 регенерированного катализатора (Regenerated Catalyst standpipe, RCSP) по отводной линии 25, сообщающийся по потоку с регенератором 17 и стояком 27 регенерированного катализатора. Слой катализатора в бункера 26 RCSP колеблется вместе с уровнем слоя в регенераторе. Затем регенерированный катализатор из бункера 26 RCSP перемещают в лифт-реактор 3 по стояку 27 регенерированного катализатора, который сообщается по потоку с J-образным коленом 1. Поток катализатора из регенератора 17 в лифт-реактор 3 можно регулировать при помощи золотникового клапана 28 RCSP, расположенного на стояке 27 регенерированного катализатора. Путем регулирования отверстия золотникового клапана 28 управляют потоком катализатора с целью поддержания заданной температуры верхней части лифт-реактора 3.

Помимо газлифтного пара, может предусматриваться инжектирование потоков сырья, такого как олефины C_4 , нефтя и подобные потоки, извне через распределитель 1а газа, расположенный у Y-образного участка, в J-образное колено 1 в качестве газлифтной среды для обеспечения плавного перемещения регенерированного катализатора из J-образного колена 1 в лифт-реактор 3. Инжектор 1а также может представлять собой инжектор, соответствующий раскрываемым вариантам осуществления изобретения, например, показанный на любой из фиг. 1-2D. J-образное колено 1 с дополнительными инжекторами сырья может также играть роль реактора с плотным слоем катализатора с целью крекинга потоков олефинов C_4 и нефти до легких олефинов в условиях, благоприятствующих таким реакциям, а именно, WHSV (weight hour space velocity, объемная скорость) от 0,5 до 50 ч⁻¹, температура от 640°C до 750°C и время пребывания от 3 до 10 с. Диаметр (D3) или размер J-образного колена 1 изменяют так, чтобы достичь этих условий. Диаметр J-образного колена может составлять, например, от 1 до 3 диаметров типичного стояка регенерированного катализатора. Хотя это не показано на схеме, пар и углеводороды, поданные в инжекторы 1а и 2, могут поступать из парогенераторов, складских резервуаров и т.п., как хорошо известно в данной области.

Хотя на фиг. 3 показаны инжекторы 2(100) сырья, закрепленные на лифт-реакторе 3, специалистам в данной области понятно, что настоящее изобретение не ограничивается только одним инжектором сырья или одним вариантом расположения инжекторов сырья, и могут иметь место дополнительные инжекторы сырья, что не выходит за рамки объема настоящего изобретения. Кроме этого, множество инжекторов 100 сырья может иметь одинаковую или разные конструкции (конфигурации, описанные со ссылкой на фиг. 1-2D), и конфигурация может быть оптимизирована с учетом сырья, подаваемого в конкретный инжектор (например, нефтя, легкий рецикловый газойль, газойль и т.д.). Также подразумевается, что инжекторы сырья могут быть размещены на разной высоте лифт-реактора.

Кроме этого, способы, соответствующие настоящему изобретению, могут включать использование инжектора 100 сырья и других структур, таких как показанные на фиг. 1-3, для создания капель жидкости в установках FCC. Поскольку раскрываемые способы могут быть применены к любому из вариантов осуществления изобретения, номера позиций не приводятся, чтобы избежать путаницы обозначений для разных вариантов осуществления изобретения.

В соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, распыляющий газ, такой как пар, может быть подан в инжектор сырья через выпуск первого канала. Затем распыляющий газ проходит по первому каналу инжектора сырья. Одновременно или до подачи пара в первый канал в инжектор сырья может быть подана жидкость, такая как углеводородное масло, поступающая через выпуск второго канала, например, из сырьевого резервуара. Жидкость протекает по второму каналу инжектора сырья.

Кроме этого, жидкость во втором канале может быть направлена по траектории жидкости, образованной кольцевым пространством между стенкой и наружной поверхностью обтекаемого конуса, расположенного в инжекторе сырья. Кроме этого, жидкость может перемещаться от первого конца обтекаемого конуса во втором канале ко второму концу обтекаемого конуса, расположенному в смесительной камере инжектора сырья.

В некоторых вариантах осуществления изобретения направление потока жидкости на траектории жидкости может быть изменено при помощи множества лопаток на части наружной поверхности обтекаемого конуса. Затем жидкость может выходить в смесительную камеру через выпуск второго канала, образованный зазором между концом стенки и вторым концом обтекаемого конуса. Также предусматривается, что жидкость может быть распределена в смесительной камере при помощи выступа у второго конца обтекаемого конуса, отклоненного от центральной оси инжектора сырья на любой угол от 0 до 90°. Одновременно распыляющий газ может выходить в смесительную камеру через выпуск первого канала. По выходе жидкости и распыляющего газа из соответствующих каналов, жидкость и распыляющий газ соединяются и смешиваются друг с другом в смесительной камере с образованием капель жидкости и смеси распыляющего газа и жидкости.

Кроме этого, образовавшиеся капли жидкости и смесь распыляющего газа и жидкости могут быть выведены через выпускной канал инжектора сырья в конце смесительной камеры, противоположном обтекаемому конусу. В одном или более вариантах осуществления изобретения капли жидкости и смесь распыляющего газа и жидкости могут быть поданы, например, в расположенный вертикально лифтреактор.

Специалистам в данной области станет ясно, что раскрываемые варианты осуществления изобретения обладают одним или более из следующих преимуществ по сравнению с обычными инжекторами сырья или питающими соплами:

- уменьшенная турбулентность во впускном масляном трубопроводе благодаря более плавному переходу потока, обтекающего конус, в отличие от отверстия или любого другого резкого перехода в других конструкциях, следовательно, меньшее падение давления на стороне жидкости;

- благодаря тому что масло выходит из канала с образованием струи или однородной тонкой кольцевой пленки, значительно увеличивается площадь контакта между маслом и распыляющим газом, облегчается первичное распыление или разбиение масла; при этом угол, под которым распыляющий газ сталкивается с масляным лигаментом, может быть оптимизирован с целью достижения наилучшего разбиения масла и получения мельчайших капель масла; в результате в соответствии с описываемыми вариантами осуществления изобретения может требоваться меньшее падение давления и/или меньше распыляющего газа для достижения такой же эффективности распыления, что и в обычных инжекторах сырья или питающих соплах;

- улучшается коэффициент рабочего регулирования, так как масло и пар подаются отдельно, и оба расхода могут быть уменьшены или увеличены в значительной степени благодаря лучшему контакту масла с паром, особенности смешивания, присущей раскрываемым вариантам осуществления изобретения, тогда как размер капель масла соответствует требуемому диапазону;

- меньший размер капель жидкости и/или улучшенные параметры работы реактора;

- меньшее падение давления на стороне жидкости и снижение капитальных или эксплуатационных затрат.

Таким образом, раскрываемые варианты осуществления изобретения направлены на новые инжекторы сырья или питающие сопла, пригодные для флюид-каталитического крекинга (FCC). Однако новые инжекторы сырья или питающие сопла могут быть вообще использованы для создания прямотока или противотока жидкость/жидкость, газ/жидкость или газ/газ в присутствии углеводородов. Также предусматривается, что новые инжекторы сырья или питающие сопла могут быть использованы в других вариантах применения инжестирования жидкости в различных отраслях промышленности помимо FCC. В одном не имеющем ограничительного характера примере новые инжекторы сырья или питающие сопла могут быть использованы в качестве сопел водяного охлаждения, например, для технологии E-GAS компании Lummus Technology LLC (Houston, Texas).

Хотя настоящее изобретение описано выше со ссылкой на ограниченное число вариантов его осуществления, специалистам в данной области, пользующихся раскрываемым изобретением, станет ясно, что возможны другие варианты осуществления, не выходящие за рамки объема изобретения, описанного в данном документе. Следовательно, объем изобретения ограничивается только прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Инжектор сырья, включающий корпус, имеющий наружную стенку и внутреннюю стенку; первый канал, образованный между наружной стенкой и внутренней стенкой, при этом первый канал предназначен для приема распыляющего газа;

второй канал, образованный внутренней стенкой, при этом второй канал предназначен для приема жидкости, при этом первый канал и второй канал разделены внутренней стенкой;

смесительную камеру у выпуска первого канала и выпуска второго канала, при этом распыляющий газ из первого канала и жидкость из второго канала соударяются и/или смешиваются друг с другом в смесительной камере с образованием капель жидкости и смеси распыляющего газа и жидкости;

обтекаемый конус, имеющий первый конец, расположенный во втором канале, и второй конец, расположенный в смесительной камере;

кольцевое пространство между внутренней стенкой второго канала и наружной поверхностью обтекаемого конуса, образующее траекторию движения жидкости к выпуску второго канала, при этом выпуск второго канала образован зазором между концом внутренней стенки и вторым концом обтекаемого конуса, при этом выступ у второго конца обтекаемого конуса отклонен от центральной оси инжектора сырья на угол от 0 до 90°; и

выпускной канал у конца смесительной камеры, противоположного обтекаемому конусу.

2. Инжектор по п.1, дополнительно включающий множество лопаток на части наружной стенки обтекаемого конуса.

3. Инжектор по п.1 или 2, при этом множество лопаток предназначено для изменения направления движения жидкости на траектории жидкости.

4. Инжектор по п.1, дополнительно включающий один или более отбойников, расположенных на расстоянии от наружной стенки к центральной оси в смесительной камере.

5. Инжектор по п.4, в котором одна или более стенок отклонены на угол от наружной стенки и этот угол равен углу зазора.

6. Инжектор по п.1, в котором наружная поверхность обтекаемого конуса наклонена так, что траектория жидкости постепенно уменьшается от первого конца обтекаемого конуса ко второму концу обтекаемого конуса.

7. Инжектор по п.1, в котором угол наклона выступа лежит в диапазоне от 30 до 90°.

8. Инжектор по п.1, в котором угол наклона выступа составляет от 45 до 75°.

9. Инжектор по п.1, в котором распыляющим газом является пар.

10. Инжектор по п.1, в котором жидкость представляет собой углеводород.

11. Инжектор по п.1, дополнительно включающий выпуск второго канала на конце, противоположном выпускному каналу.

12. Инжектор по п.11, дополнительно включающий выпуск первого канала между выпуском второго канала и выпускным каналом.

13. Инжектор по п.12, в котором выпуск первого канала перпендикулярен центральной оси и выпуск второго канала параллелен центральной оси.

14. Инжектор по п.1, в котором наружная стенка, внутренняя стенка, первый канал и второй канал соосны центральной оси.

15. Инжектор по п.1, в котором выпуск первого канала наклонен с обеспечением формирования угла атаки распыляющего газа от 0 до 90°.

16. Установка флюид-каталитического крекинга, включающая

расположенный вертикально лифт-реактор;

регенератор, сообщаемый по текучей среде с расположенным вертикально лифт-реактором и предназначенный для подачи в него катализатора или горячих частиц;

один или более инжекторов сырья, установленных в расположенном вертикально лифт-реакторе,

при этом инжекторы сырья включают

корпус, имеющий наружную стенку и внутреннюю стенку;

первый канал, образованный между наружной стенкой и внутренней стенкой, при этом первый канал предназначен для приема распыляющего газа;

второй канал, образованный внутренней стенкой, при этом второй канал предназначен для приема жидкого сырья, при этом первый канал и второй канал разделены внутренней стенкой;

смесительную камеру у выпуска первого канала и выпуска второго канала, при этом распыляющий газ из первого канала и жидкость из второго канала смешиваются друг с другом в смесительной камере с образованием капель жидкости и смеси распыляющего газа и жидкости;

обтекаемый конус, имеющий первый конец, расположенный во втором канале, и второй конец, расположенный в смесительной камере;

кольцевое пространство между внутренней стенкой второго канала и наружной поверхностью обтекаемого конуса, образующее траекторию движения жидкости к выпуску второго канала, при этом выпуск второго канала образован зазором между концом внутренней стенки и вторым концом обтекаемого конуса, при этом выступ у второго конца обтекаемого конуса отклонен от центральной оси инжектора сырья на угол от 0 до 90°; и

выпускной канал у конца смесительной камеры, противоположного обтекаемому конусу,

при этом капли жидкости и смесь распыляющего газа и жидкости поступают в расположенный вертикально лифт-реактор через выпускной канал одного или более инжекторов сырья.

17. Установка по п.16, в которой один или более инжекторов сырья расположены вблизи нижней части расположенного вертикально лифт-реактора.

18. Способ применения инжектора сырья для обеспечения капель жидкости, включающий стадии, на которых

обеспечивают поток распыляющего газа через первый канал инжектора сырья;

обеспечивают поток жидкости через второй канал инжектора сырья, при этом первый канал и второй канал в инжекторе сырья разделены стенкой;

направляют жидкость по траектории жидкости, образованной кольцевым пространством между стенкой и наружной поверхностью обтекаемого конуса внутри инжектора сырья, при этом жидкость перемещается от первого конца обтекаемого конуса во втором канале ко второму концу обтекаемого конуса, находящемуся в смесительной камере инжектора сырья;

выпускают жидкость в смесительную камеру через выпуск второго канала, образованный зазором между концом стенки и вторым концом обтекаемого конуса, распределяя жидкость в смесительной камере при помощи выступа у второго конца обтекаемого конуса, отклоненного от центральной оси инжектора сырья на угол от 0 до 90°;

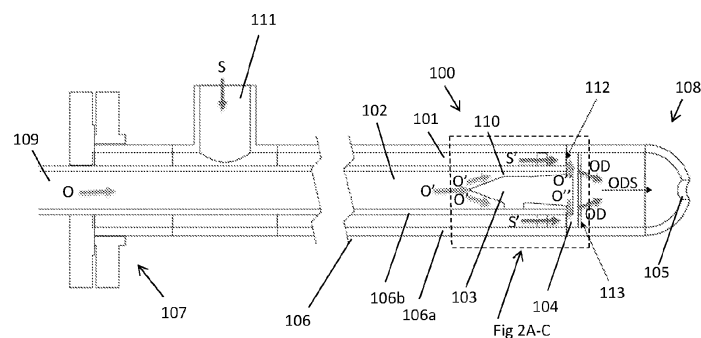
выпускают распыляющий газ в смесительную камеру через выпуск первого канала;

объединяют жидкость из второго канала и распыляющий газ из первого канала в смесительной камере с образованием капель жидкости, получая смесь распыляющего газа и капель жидкости; и

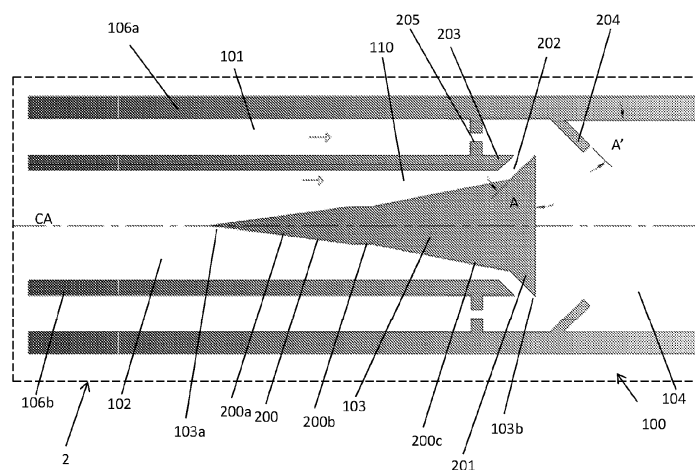
выпускают смесь распыляющего газа и капель жидкости через выпускной канал инжектора сырья у конца смесительной камеры, противоположного обтекаемому соплу.

19. Способ по п.18, дополнительно включающий изменение направления потока жидкости на траектории жидкости при помощи множества лопаток на части наружной поверхности обтекаемого конуса.

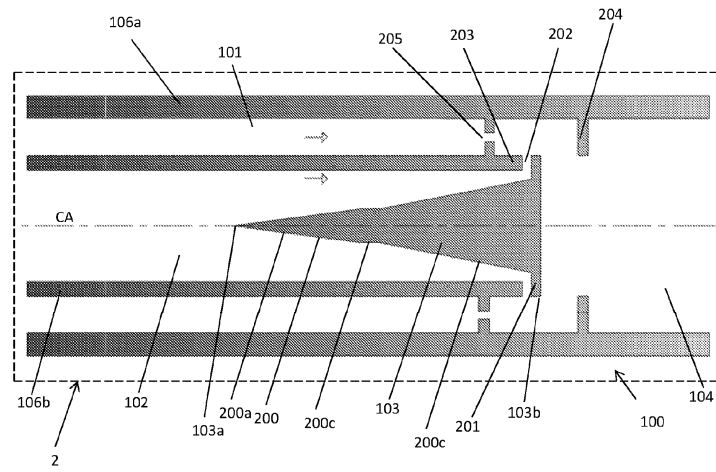
20. Способ по п.18, дополнительно включающий предварительное смешивание распыляющего газа с жидкостью во втором канале по потоку выше обтекаемого конуса.



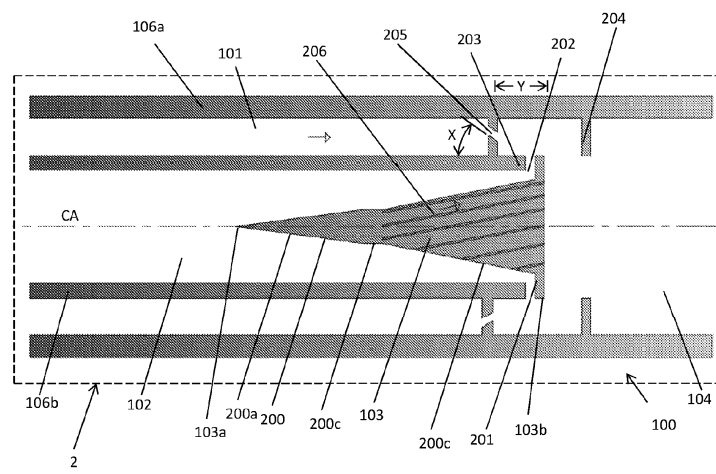
Фиг. 1



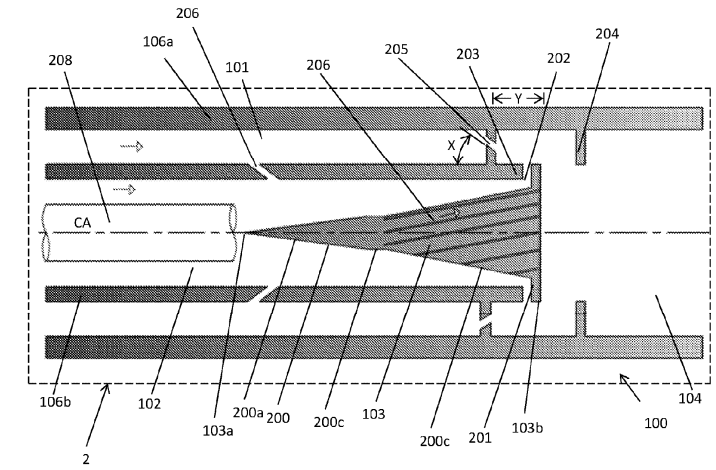
Фиг. 2А



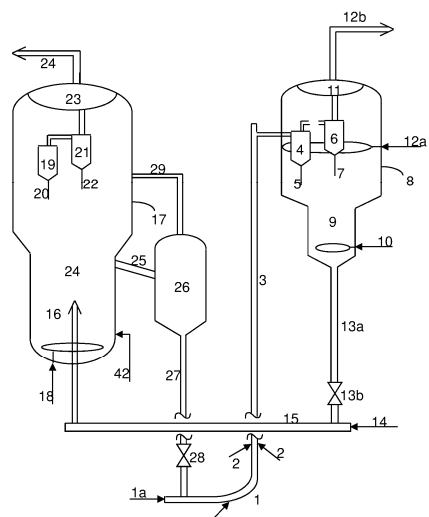
Фиг. 2В



Фиг. 2С



Фиг. 2Д



ФИГ. 3