

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040414**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.27

(51) Int. Cl. **C10G 7/00 (2006.01)**
C10G 9/36 (2006.01)

(21) Номер заявки
201990881

(22) Дата подачи заявки
2017.10.04

(54) **СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПАРОВОГО КРЕКИНГА
УГЛЕВОДОРОДОВ**

(31) **16192716.5**

(56) **US-A1-2016097002**
WO-A2-2008131330
US-B1-7404889
US-A1-2009048475

(32) **2016.10.07**

(33) **EP**

(43) **2019.09.30**

(86) **PCT/IB2017/056124**

(87) **WO 2018/065919 2018.04.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
САБИК ГЛОУБЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ
Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Ван Виллигенбург Йорис (NL)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Способ парового крекинга углеводородного сырья в печи парового крекинга включает перегрев углеводородного сырья с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, в устройстве для перегрева углеводородного сырья или перегревателе углеводородного сырья; перегрев водяного пара, поступающего из парогенератора, с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга во второе теплообменное устройство или второй теплообменник; паровой крекинг перегретого углеводородного сырья, выходящего из устройства для перегрева углеводородного сырья или перегревателя углеводородного сырья, с получением крекинг-газа в трубчатом реакторе с огневым подводом теплоты; испарение углеводородного сырья с использованием устройства для испарения углеводородного сырья, при этом указанное устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья нагревается с помощью теплоносителя, имеющего температуру, составляющую 350°C или менее; и подачу испаренного углеводородного сырья в печь парового крекинга.

040414
B1

040414
B1

По данной заявке испрашивается приоритет заявки на европейский патент № 16192716.5 (дата подачи 07.10.2016), содержание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу и установке для осуществления парового крекинга углеводородов.

Паровой крекинг представляет собой нефтехимический процесс, в котором насыщенные углеводороды, имеющие молекулярные структуры с длинными цепями, расщепляются на насыщенные или ненасыщенные молекулы меньшего размера.

Паровой крекинг, называемый также пиролизом, длительное время используется для крекинга с превращением различного углеводородного сырья в олефины, предпочтительно в легкие олефины, такие как этилен, пропилен и бутены. В традиционном паровом крекинге используют печь пиролиза, которая содержит две основные секции: конвекционную секцию и радиационную секцию. Обычно углеводородное сырье поступает в конвекционную секцию печи в виде жидкости (за исключением легкого сырья, которое поступает в виде пара), и в упомянутой печи это сырье нагревается и испаряется за счет непосредственного контакта с горячими газообразными продуктами сгорания, поступающими из радиационной секции, и непосредственного контакта с водяным паром. Смесь испаренного исходного сырья и водяного пара затем поступает в радиационную секцию, в которой происходит крекинг.

Поток поступает затем в трубчатый реактор с огневым подводом теплоты (радиационная труба или радиационный змеевик), в котором при контролируемых времени пребывания в реакторе, профиле распределения температуры и парциальном давлении этот поток обычно нагревается от 500-650°C до 750-875°C в течение интервала времени, составляющего 0,1-0,5 с. В течение этого короткого периода времени реакции углеводороды, присутствующие в исходном сырье, расщепляются с образованием молекул меньшего размера; при этом основными продуктами крекинга являются этилен, другие олефины и диолефины. Поскольку превращение насыщенных углеводородов в олефины в радиационной трубе является в высокой степени эндотермической реакцией, необходим подвод большого количества тепловой энергии. Продукты реакции, выходящие из радиационной трубы при температуре 800-850°C, могут быть охлаждены до 550-650°C в течение 0,02-0,1 с, чтобы предотвратить разложение продуктов, обладающих высокой реакционной способностью, вследствие протекания вторичных реакций. Полученные продукты, включающие олефины, выходят из печи пиролиза для последующей обработки ниже по ходу движения потока, включающей быстрое охлаждение (закалку).

Полученные смеси продуктов, которые могут изменяться в широких пределах, в зависимости от исходного сырья и жесткости условий проведения крекинга, затем разделяют на желаемые продукты с использованием комплексной последовательности стадий разделения и химической обработки. Охлаждение газа крекинга осуществляется в закалочно-испарительном аппарате путем испарения котловой питательной воды высокого давления (BFW, 6-12 МПа), которую затем подвергают сепарации в разделительном барабане и после этого перегревают в конвекционной секции до состояния перегретого пара высокого давления (VHP), 5-12 МПа.

Паровой крекинг является энергоёмким нефтехимическим процессом. Печи крекинга являются в паровых крекинг-установках крупными потребителями топлива. В случае паровой крекинг-установки, осуществляющей крекинг жидкого углеводородного сырья, такого как нефть, для предварительного нагрева и испарения этого сырья используется приблизительно 10% теплоты, которая выделяется в печи крекинга.

Углеводородное сырье поступает из размещенных выше по потоку технологических установок, таких как атмосферная колонна дистилляции, установка гидрокрекинга, установка крекинга с псевдоожиженным слоем катализатора (FCC), установка коксования, установка гидрокрекинга остатков. Эти установки являются или включают в себя установки фракционирования, которые в одной ступени в качестве потока пара используют поток нефти. Вышеупомянутые установки фракционирования обычно используют водяной пар, который поступает вместе с фракцией нефти, и чтобы получить кондиционную нефть, этот пар необходимо отделить.

Однако упомянутые установки фракционирования работают при давлениях, близких к давлению окружающей среды, в то время как парам нефти, находящимся при давлении приблизительно равном 0,6-0,8 МПа, необходимо преодолеть в печи перепад давления при прохождении через остальные конвективные пучки труб, змеевики для крекинг-процесса и т.п.

Кроме того, в таких установках фракционирования не представляется возможным просто повысить давление, поскольку это будет оказывать влияние на процесс разделения и/или в нижней части колонны фракционирования потребуются более высокие температуры, что будет приводить к нежелательному термическому крекингу углеводородов в установке фракционирования.

Задачи изобретения

Задача настоящего изобретения заключается в осуществлении парового крекинга углеводородного сырья при сохранении потребления тепловой энергии в конвекционной секции печи парового крекинга для испарения углеводородного сырья.

Сущность изобретения

Указанная задача решается в способе парового крекинга углеводородного сырья, осуществляемом в печи парового крекинга, при этом способ включает:

перегрев углеводородного сырья с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, в устройстве для перегрева углеводородного сырья или перегревателе углеводородного сырья;

перегрев водяного пара, поступающего из парогенератора, с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, во втором теплообменном устройстве или втором теплообменнике;

паровой крекинг перегретого углеводородного сырья, выходящего из устройства для перегрева углеводородного сырья или перегревателя углеводородного сырья, с получением крекинг-газа в трубчатом реакторе с огневым подводом теплоты;

испарение углеводородного сырья вне печи парового крекинга с использованием устройства для испарения углеводородного сырья или испарителя углеводородного сырья, при этом указанные устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья нагреваются с помощью теплоносителя, имеющего температуру равную 350°C или менее, и непосредственно направляют испаренное углеводородное сырье в устройство перегрева углеводородного сырья или перегреватель углеводородного сырья, размещенный в конвекционной секции печи парового крекинга.

Благодаря испарению углеводородного сырья с использованием теплоносителя, имеющего относительно низкую температуру, и непосредственной подаче в печь парового крекинга испаренного сырья отсутствует необходимость испарения углеводородного сырья в печи парового крекинга. В результате имеется в распоряжении тепловая энергия, которая может быть использована для увеличения производства пара VHP. Производство VHP может быть увеличено за счет выбора размеров пучков конвективных труб в конвекционной секции для генерирования водяного пара при большем количестве поглощаемой тепловой энергии. Поскольку испарение углеводородного сырья осуществляется с использованием некондиционного теплоносителя, производство перегретого водяного пара VHP высокого качества может быть увеличено с использованием некондиционного водяного пара низкого давления (LP) или среднего (MP) давления. Другими словами, дешевый качественный водяной пар может быть получен с помощью относительно дешевого теплоносителя.

Температура теплоносителя является низкой температурой, составляющей около 350°C, при которой в существующем уровне техники в конвекционной секции печи парового крекинга для испарения используется жидкое углеводородное сырье. Теплоносителем может служить любой доступный теплоноситель, например, по меньшей мере, один, выбранный из водяного пара низкого или среднего давления, охлаждающей воды, закалочного масла и т.п. В качестве пара низкого или среднего давления может быть использован водяной пар для отпаривания низкого или среднего давления.

В одном воплощении испарение углеводородного сырья включает повышение давления углеводородного сырья с помощью нагнетателя углеводородного сырья, предварительное нагревание сжатого углеводородного сырья в первом теплообменнике, и дистилляцию перегретого углеводородного сырья в дистилляционной колонне среднего давления, соединенной с первым теплообменником, при этом указанная дистилляционная колонна среднего давления работает при абсолютном давлении в интервале от 0,7 до 1,2 МПа.

Теплообменник и дистилляционная колонна среднего давления, соединенная с этим теплообменником, могут быть использованы для отделения более легких компонентов от углеводородного сырья, т.е. сырой нефти. Процесс нагревания в указанных теплообменнике и дистилляционной колонне среднего давления может быть осуществлен с использованием некондиционного источника теплоты, такого как водяной пар среднего давления, или других источников теплоты низкого качества. В этом интервале давления нефть выходит из колонны в качестве испаренного углеводородного сырья, имеющего достаточное давление для использования в печи парового крекинга. Это позволяет отделить пары нефти под давлением от углеводородного сырья, что может быть выгодно использовано в печи парового крекинга, поскольку в этом случае использование в печи испарительных конвективных пучков труб является излишним. При этом в печи парового крекинга образуется больший объем для производства перегретого пара очень высокого давления. Таким образом, при использовании теплоносителя низкого качества может быть произведено большее количество перегретого водяного пара очень высокого давления.

В одном воплощении способ, кроме того, включает дополнительную дистилляцию углеводородного сырья в дистилляционной колонне среднего давления с использованием водяного пара отпаривания среднего давления, имеющего абсолютное давление в интервале от 0,8 до 2,0 МПа.

В одном воплощении водяной пар отпаривания среднего давления имеет температуру в интервале от 180 до 350°C.

В одном воплощении теплообменник нагревается за счет использования теплоносителя с температурой в интервале от 160 до 350°C. Теплота для первого теплообменника может быть получена из различных источников, таких как водяной пар среднего давления, водяной пар отпаривания среднего давления, закалочное масло и т.п. Это также может быть использовано в дистилляционной колонне среднего

давления, в которой нагревание может быть осуществлено подобными путями.

В другом воплощении испарение углеводородного сырья, кроме того, включает предварительное нагревание жидких компонентов углеводородного сырья, выходящего из дистилляционной колонны среднего давления (С-301), посредством теплообмена во втором теплообменнике, и дистилляцию углеводородного сырья в дистилляционной колонне низкого давления с разделением сырья, по меньшей мере, на одну из фракции легкого дистиллята, фракции среднего дистиллята и фракции тяжелого дистиллята, при этом дистилляционная колонна низкого давления работает при абсолютном давлении в интервале от 0,1 до 0,6 МПа.

В одном воплощении способ, кроме того, включает дистилляцию потока углеводородов в дистилляционной колонне низкого давления с использованием водяного пара отпаривания низкого давления при абсолютном давлении в интервале от 0,1 до 0,7 МПа.

В ещё одном воплощении испарение углеводородного сырья включает предварительное нагревание в устройстве с многоступенчатым теплообменом или в многоступенчатом теплообменнике. Это обеспечивает последовательное постепенное увеличение температуры углеводородного сырья и его испарение с использованием малоценных источников теплоты.

В другом воплощении предварительное нагревание в многоступенчатом теплообменном устройстве или в многоступенчатом теплообменнике включает, по меньшей мере, одно предварительное нагревание, выбранное из предварительного нагревания углеводорода в первой ступени теплообменника с использованием водяного пара низкого давления, предварительного нагревания углеводорода во второй ступени теплообменника с использованием водяного пара среднего давления, и предварительного нагревания углеводорода в третьей ступени теплообменника с использованием водяного пара высокого давления.

Ещё в одном воплощении способ, кроме того, включает инъекцию водяного пара, по меньшей мере, в один патрубок для инъекции пара, выполненный в многоступенчатом теплообменном устройстве или многоступенчатом теплообменнике для потока углеводородного сырья.

Инъекция пара обеспечивает испарение углеводородного сырья при более низкой температуре и, таким образом, более широкое применение менее ценных источников теплоты для получения парообразного потока углеводородов (таких как водяной пар низкого и среднего давления) вместо использования более ценных источников теплоты (подобных водяному пару высокого давления).

В другом воплощении способ, кроме того, включает предварительное нагревание питательной котловой воды для парогенератора с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, в устройстве предварительного нагревания питательной воды котла или подогревателе питательной воды котла и перегрев углеводородного сырья в перегревающем конвективном пучке труб.

В результате конвекционная секция располагает большим количеством доступной тепловой энергии для производства водяного пара VHP.

Задача изобретения заключается также в создании установки парового крекинга углеводородного сырья, содержащей парогенератор для производства водяного пара, печь парового крекинга, содержащую радиационную секцию для парового крекинга углеводородного сырья и конвекционную секцию, содержащую устройство для перегрева углеводородного сырья или перегреватель углеводородного сырья, предназначенный для перегрева исходного углеводородного сырья, и устройство для перегрева водяного пара или пароперегреватель для перегрева водяного пара, и охлаждающее устройство или охладитель для охлаждения газа крекинга, поступающего из радиационной секции. Установка, кроме того, содержит устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья, внешний по отношению к печи парового крекинга, служащий для испарения углеводородного сырья перед перегревом сырья в устройстве для перегрева углеводородного сырья или перегревателе углеводородного сырья, размещенном в печи парового крекинга, при этом устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья соединен с упомянутым устройством для перегрева углеводородного сырья или перегревателем углеводородного сырья.

В одном воплощении устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья снабжен нагнетателем для повышения давления углеводородного сырья, теплообменником и дистилляционной колонной среднего давления, соединенной с теплообменником, при этом теплоносителем для дистилляционной колонны среднего давления служит водяной пар среднего давления.

В одном воплощении устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья представляет собой многоступенчатое теплообменное устройство или многоступенчатый теплообменник.

В одном воплощении многоступенчатое теплообменное устройство или многоступенчатый теплообменник содержит, по меньшей мере, одну из первой ступени теплообменника, использующей водяной пар низкого давления, второй ступени теплообменника, использующей пар среднего давления, и третьей ступени теплообменника, использующего пар высокого давления.

Ниже приведены дефиниции различных терминов и фраз, используемых в этом описании.

Термины "приблизительно" или "около" определяют близость, насколько это понимает специалист в данной области техники. В одном не ограничивающем воплощении эти термины определяют находке-

ние в пределах 10%, предпочтительно в пределах 5%, более предпочтительно в пределах 1% и наиболее предпочтительно в пределах 0,5%.

Термины "мас.%" , "об.%" или "мол.%" относятся к массовому, объемному или молярному проценту содержания компонента, соответственно, исходя из общей массы, общего объема или общих молей материала (вещества), которое содержит этот компонент. В неограничивающем примере 10 молей компонента в 100 молях материала составляет 10 мол.% этого компонента.

Термин "эффективный", используемый в описании и/или пунктах формулы, означает достаточный (подходящий) для достижения желаемого, ожидаемого или предполагаемого результата.

Использование слова "один" в сочетании с термином "содержащий" в пунктах формулы или в описании может означать "один", но согласуется также с значением "один или более", "по меньшей мере, один" и "один или более, чем один".

Термины "содержащий" (и любая его форма, например, "содержать" и "содержит"), "имеющий" (и любая его форма, например, "иметь", "имеет"), "включающий" (и любая его форма, например, "включает" и "включать") или "охватывающий" (и любая его форма, например, "охватывает" и "охватывать") являются широкими или не имеющими ограничений, и не исключают дополнительные, не перечисленные элементы или стадии способа.

Способ согласно настоящему изобретению может "включать", "состоять, в основном, из" или "состоять из" определенных ингредиентов, компонентов, составов, стадий и т.д., раскрытых во всем описании. Следует также понимать, что описание продукта/композиции/способа/системы, содержащих определенные компоненты, раскрывает также продукт/композицию/систему, состоящие из этих компонентов. Продукт/состав/способ/система, состоящая из этих компонентов, может быть предпочтительной, например, тем, что обеспечивает более простой, более экономичный способ приготовления этого продукта/состава. Подобным образом, следует понимать, что, например, описание способа, включающего определенные стадии, раскрывает также способ, состоящий из этих стадий. Указанный способ, состоящий из этих стадий, может быть предпочтительным тем, что является более простым, более экономичным способом.

Если указаны величины для нижнего предела и верхнего предела параметра, то понятно, что интервалы из комбинации величин нижнего предела параметра и величин верхнего предела также раскрыты.

Применительно к настоящему изобретению здесь описано 15 воплощений. Воплощением 1 изобретения является способ парового крекинга потока углеводородного сырья в печи парового крекинга. Способ включает следующие стадии:

испарение углеводородного сырья с использованием устройства для испарения углеводородного сырья или испарителя углеводородного сырья, размещенного с внешней стороны печи парового крекинга, при этом указанное устройство для испарения углеводородного сырья нагревается с помощью теплоносителя, имеющего температуру равную 350°C или менее;

подача испаренного углеводородного сырья в устройство для перегрева углеводородного сырья или перегреватель углеводородного сырья, размещенный в конвекционной секции печи парового крекинга;

перегрев испаренного углеводородного сырья с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, осуществляемый в устройстве для перегрева углеводородного сырья или перегревателе углеводородного сырья, размещенном в конвекционной секции печи парового крекинга;

перегрев водяного пара, выходящего из парогенератора, с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга во втором устройстве для теплообмена или втором теплообменнике; и

стадия парового крекинга перегретого углеводородного сырья с получением газа крекинга, проводимая в трубчатом реакторе с огневым обогревом, размещенном в радиационной секции печи парового крекинга.

Воплощением 2 является способ в соответствии с воплощением 1, в котором испарение углеводородного сырья включает: сжатие углеводородного сырья с помощью нагнетателя для повышения давления углеводородного сырья; предварительное нагревание сжатого углеводородного сырья в первом теплообменнике; и дистилляцию нагретого углеводородного сырья в дистилляционной колонне среднего давления, соединенной с указанным первым теплообменником, при этом упомянутая дистилляционная колонна среднего давления работает при абсолютном давлении, находящемся в интервале от 0,7 до 1,2 МПа. Воплощением 3 является способ в соответствии с воплощением 2, который дополнительно включает дистилляцию углеводородного сырья в дистилляционной колонне среднего давления с использованием пара для отпаривания среднего давления, имеющего абсолютное давление в интервале от 0,8 до 2,0 МПа. Воплощением 4 является способ в соответствии с одним из воплощений 2 или 3, в котором пар для отпаривания среднего давления имеет температуру в интервале от 180 до 350°C. Воплощением 5 является способ в соответствии с любым из воплощений от 2 до 4, в котором теплообменник нагревается с помощью теплоносителя, имеющего температуру в интервале от 160 до 350°C. Воплощением 6 является способ в соответствии с любым из воплощений от 2 до 5, в котором испарение углеводородного сырья, кроме того, включает стадии предварительного нагревания текучих компонентов углеводородного сы-

рья, выходящих из дистилляционной колонны среднего давления, посредством теплообмена во втором теплообменнике, и дистилляцию углеводородного сырья в дистилляционной колонне низкого давления с отделением, по меньшей мере, одной из фракции легкого дистиллята, фракции среднего дистиллята и фракции тяжелого дистиллята, при этом дистилляционная колонна низкого давления работает при абсолютном давлении в интервале от 0,1 до 0,6 МПа. Воплощением 7 является способ в соответствии с воплощением 6, дополнительно включающий стадию дистилляции потока углеводородов в дистилляционной колонне низкого давления с использованием пара для отпаривания низкого давления, имеющего абсолютное давление в интервале от 0,1 до 0,7 МПа. Воплощением 8 является способ в соответствии с воплощением 1, в котором испарение углеводородного сырья включает предварительное нагревание в многоступенчатом теплообменном устройстве или многоступенчатом теплообменнике. Воплощением 9 является способ в соответствии с любым из воплощений от 1 до 8, в котором предварительное нагревание в многоступенчатом теплообменном устройстве или многоступенчатом теплообменнике включает, по меньшей мере, одно предварительное нагревание, выбранное из предварительного нагревания углеводорода в первой ступени теплообменника с использованием водяного пара низкого давления; предварительного нагревания углеводорода во второй ступени теплообменника с использованием водяного пара среднего давления; и предварительного нагревания углеводорода в третьей ступени теплообменника с использованием водяного пара высокого давления. Воплощением 10 является способ в соответствии с любым из воплощений от 1 до 9, дополнительно включающий стадию инжекции пара, по меньшей мере, в один впускной патрубок, выполненный в многоступенчатом теплообменном устройстве или многоступенчатом теплообменнике для потока углеводородного сырья. Воплощением 11 является способ в соответствии с любым из воплощений от 1 до 10, дополнительно включающий стадию предварительного нагревания питательной воды котла для парогенератора с использованием газообразных продуктов сгорания, выходящих из радиационной секции печи парового крекинга, в устройстве для нагревания питательной воды котла или подогревателя питательной воды котла.

Воплощением 12 является установка для проведения парового крекинга углеводородного сырья. Установка содержит парогенератор для производства водяного пара; печь парового крекинга, содержащую радиационную секцию для парового крекинга углеводородного сырья, и конвекционную секцию, содержащую устройство перегрева углеводородного сырья или перегреватель углеводородного сырья, предназначенный для перегрева углеводородного сырья, и устройство для перегрева пара или пароперегреватель для перегрева водяного пара; охлаждающее устройство или охладитель для охлаждения газа крекинга, выходящего из радиационной секции; устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья, внешний по отношению к печи парового крекинга, предназначенный для испарения углеводородного сырья перед перегревом сырья в устройстве для перегрева углеводородного сырья или перегревателе углеводородного сырья печи парового крекинга; при этом указанное устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья соединен с упомянутым устройством перегрева углеводородного сырья или перегревателем углеводородного сырья. Воплощением 13 является установка парового крекинга в соответствии с воплощением 12, в которой устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья снабжен нагнетателем углеводородного сырья, предназначенным для повышения давления углеводородного сырья; первый теплообменник, соединенный с нагнетателем, и дистилляционную колонну среднего давления, соединенную с этим теплообменником, предназначенную для дистилляции нагретого углеводородного сырья при среднем давлении в интервале от 0,7 до 1,2 МПа. Воплощением 14 является установка парового крекинга в соответствии с воплощением 12, в которой устройство для испарения углеводородного сырья или испаритель углеводородного сырья представляет собой многоступенчатое теплообменное устройство или многоступенчатый теплообменник, служащий для предварительного нагревания и испарения углеводородного сырья. Воплощением 15 является установка парового крекинга в соответствии с воплощением 14, в которой многоступенчатое теплообменное устройство или многоступенчатый теплообменник, содержит, по меньшей мере, одну из первой ступени теплообменника, использующей водяной пар низкого давления, второй ступени теплообменника, использующей водяной пар среднего давления, и третьей ступени теплообменника, использующей водяной пар высокого давления.

Другие задачи, характерные особенности и преимущества настоящего изобретения будут понятны из приведенного ниже подробного описания, приложенных чертежей и примеров осуществления. Следует отметить, что изобретение относится ко всем возможным комбинациям раскрытых здесь признаков; предпочтительными, в частности, являются комбинации признаков, которые изложены в пунктах формулы. Таким образом, следует принимать во внимание, что в описании раскрыты все комбинации признаков, характеризующих состав, способ, систему в соответствии с изобретением; раскрыты также все комбинации признаков, характеризующих способ в соответствии с изобретением и все комбинации признаков, относящихся к установке в соответствии с изобретением, и признаки, относящиеся к способу в соответствии с изобретением. Следует понимать, что чертежи, подробное описание и примеры, хотя они и раскрывают определенные воплощения изобретения, приведены лишь в целях иллюстрации и не предназначены для ограничения изобретения. Кроме того, следует иметь в виду, что из этого подробного описания для специалистов в данной области техники будут очевидны изменения и модификации без выхода

за пределы объема и сущности изобретения. В дополнительных воплощениях признаки конкретных воплощений могут быть скомбинированы с признаками других воплощений. Например, признаки одного воплощения могут быть скомбинированы с признаками любого другого воплощения. В дополнительных воплощениях описанные здесь конкретные воплощения могут быть дополнены дополнительными признаками.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - схематическое изображение установки парового крекинга углеводородов в соответствии с существующим уровнем техники.

Фиг. 1а - схематическое изображение конвекционной секции установки парового крекинга углеводородов в соответствии с существующим уровнем техники.

Фиг. 2 - схематическое изображение конвекционной секции установки парового крекинга углеводородов в соответствии с воплощением настоящего изобретения.

Фиг. 3 - принципиальная схема, иллюстрирующая производство паровозного продукта из потока исходного углеводородного сырья.

Фиг. 4 - схема, иллюстрирующая альтернативный способ испарения углеводородного сырья в соответствии с воплощением настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 представлено схематическое изображение установки с печью парового крекинга в соответствии с известным уровнем техники (заимствовано из источника информации: Ullman, Encyclopedia of industrial chemistry, p.470 2012 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim). Установка содержит печь 120 парового крекинга, включающую радиационную секцию 122 и конвекционную секцию 121. Радиационная секция оборудована горелками 129 для нагревания трубчатого реактора 123 с огневым подводом теплоты, в котором осуществляется паровой крекинг углеводородного сырья. Газообразные продукты сгорания, выходящие из горелок 129, обтекают упомянутый трубчатый реактор 123 с огневым подводом теплоты и обеспечивают необходимую тепловую энергию для протекания эндотермического процесса парового крекинга в трубчатом реакторе 123. Газообразные продукты сгорания затем через участок 108 поступают в конвекционную секцию 121 печи 120 парового крекинга.

Углеводородное сырье может быть введено во входящем потоке 101, который поступает в конвективный пучок труб 127 для перегрева в конвекционной секции 121 печи парового крекинга. Конвективные пучки труб 127 более подробно показаны на фиг. 1а.

Питательная котловая вода вводится в потоке 104, который также нагревается в конвективном пучке труб 127 и поступает в паровой барабан 124.

Водяной пар из парового барабана 124 перегревается в конвективном пучке труб 127 с образованием потока 107 перегретого водяного пара высокого давления (VHP). В поток углеводородов инжектируется водяной пар 102 для смешивания и осуществления процесса парового крекинга в реакторе 123 с огневым подводом теплоты. Поток VHP обычно имеет абсолютное давление в интервале от 5,0 до 16,0 МПа.

Газ крекинга углеводородов поступает из реактора 123 с огневым подводом теплоты в установленный на линии транспортирования теплообменник 125, в котором этот газ охлаждается и отводится в потоке 128 для последующей обработки, т.е. дистилляции. Теплота от газа крекинга, утилизированная в упомянутом теплообменнике 125, установленном на линии транспортирования, передается в паровой барабан 124.

На фиг. 1а представлен пример выполнения конвекционной секции 121 печи парового крекинга. В этом примере представлен базовый вариант конвекционной секции печи парового крекинга, в которой обрабатывают 45 т/ч легкого углеводородного сырья, смешанного с паром разбавления, подаваемым с расходом 18 т/ч. Горячие газообразные продукты сгорания с температурой 1173°C выходят из конвекционной секции, в которой происходит рекуперация теплоты путем предварительного нагревания углеводородного сырья в конвективном пучке труб LMP, предварительного нагревания питательной воды котла в конвективном пучке труб ECO и перегрева в конвективных пучках труб USH и LSH водяного пара, генерируемого с помощью установленного на линии транспортирования теплообменника 125.

Легкое углеводородное сырье из нефти 101 предварительно нагревается и испаряется в подогревателе сырья FPH, смешивается с паром 102 разбавления, затем нагревается в верхнем подогревателе смеси UMP и после этого дополнительно нагревается в нижнем подогревателе смеси LMP до температуры 612°C, прежде чем поступает в виде потока 103 в трубчатый реактор 123 с огневым подводом теплоты, установленный в радиационной секции 122 печи 120. Дополнительное количество теплоты утилизируется путем предварительного подогрева питательной котловой воды 104 в конвективном пучке экономайзера ECO и перегрева водяного пара, поступающего из парового барабана 124, в верхнем пароперегревателе USH, после чего для быстрого снижения температуры к нему добавляется некоторое количество питательной котловой воды 105, и затем поток перегревается в конвективном пучке нижнего пароперегревателя LSH, где производится перегретый пар очень высокого давления (12,0 МПа, 470°C).

Ниже в табл. 1 для этого примера приведены температуры технологического процесса и переданная тепловая энергия.

Таблица 1

Используемые пучки труб	Входная температура процесса	Выходная температура процесса	Входная температура продуктов сгорания	Выходная температура продуктов сгорания	Переданная тепловая мощность
	°С	°С	°С	°С	МВт
FRH	81	207	336	155	6,35
ECO	97	147	401	336	2,34
UMP	185	368	621	401	8,22
USH	329	447	765	621	5,61
LSH	387	470	843	765	3,10
LMP	368	613	1173	843	13,71
Общая переданная тепловая мощность					39,32

Общая располагаемая тепловая мощность для производства высококачественного, высокотемпературного водяного пара высокого давления (теплота, переданная в пучках труб ECO, USH и LSH) составляет 11,05 МВт.

На фиг. 2 представлен сравнительный пример конвекционной секции 121, которая может быть использована в том случае, если углеводородное сырье или нефть подается в печь парового крекинга в виде пара при требуемом давлении в интервале от 0,6 до 0,8 МПа. Подающий трубопровод 204 питает котловой водой паровой барабан 124. Паровой барабан 124 снабжает конвективный пучок верхнего пароперегревателя USH водяным паром, который перегревается и поступает в трубный пучок нижнего пароперегревателя LSH, в котором происходит дополнительный перегрев этого пара. Конвективный пучок предварительного нагрева сырья FRH, показанный на фиг. 1а, в этом случае больше не является необходимым, что позволяет другим трубным пучкам ECO, USH, и LSH, участвующим в генерировании водяного пара, получать большее количество теплоты, как это показано ниже в табл. 2 (см. последнюю колонку с правой стороны), в то же время общая теплота, переданная в конвекционной секции, остается неизменной, и соответствует тепловой мощности 39,32 МВт.

Таблица 2

Используемые пучки труб	Входная температура процесса	Выходная температура процесса	Входная температура продуктов сгорания	Выходная температура продуктов сгорания	Переданная теплота
	°С	°С	°С	°С	МВт
ECO	97	235	386	155	8,11
UMP			607	386	8,22
USH	330	447	785	607	6,90
LSH	417	470	843	785	2,28
LMP			1173	843	13,71
Общая переданная теплота					39,22

Сопоставление табл. 1 и 2 показывает, что тепловые производительности пучков труб UMP и LMP не изменяются, при этом пучок труб FRH в последнем случае отсутствует, и общая тепловая мощность в конвекционной секции остается почти одинаковой и составляет 39,2 МВт по сравнению с 39,3 МВт в базовом случае, иллюстрируемом на фиг. 1а. Дополнительная теплота в сравнительном примере должна быть поглощена конвективными пучками труб ECO, USH и LSH. В этом случае производство водяного пара очень высокого давления увеличивается от 42,0 до 48,9 т/ч. Таким образом, очевидным эффектом изменения размеров конвективных пучков труб в печи и питания их парообразной нефтью может быть увеличение производства водяного пара VHP на величину, соответствующую $(48,9-42,0)/42,0 \times 100\% = 16\%$.

В этом случае общая располагаемая тепловая мощность для производства высококачественного, высокотемпературного водяного пара высокого давления (теплота, переданная в пучках труб ECO, USH и LSH) составляет 17,29 МВт.

Соответствующее увеличение тепловой мощности для производства пара VHP с повышением температуры воды от 97°С до температуры пара VHP 470°С составляет 6,3 МВт.

Предварительным условием увеличения количества производимого пара VHP является ввод в печь парового крекинга 120 испаренной нефти. При этом необходимо, чтобы нефть находилась в парообразном состоянии и поступала в печь парового крекинга при давлениях в интервале от 0,6 до 0,8 МПа так, как описано ниже.

Нефть может быть испарена и направлена в печь парового крекинга при давлениях в интервале от 0,6 до 0,8 МПа в соответствии с изложенным ниже.

На фиг. 3 представлена технологическая установка 300, способная обеспечить получение паров углеводородного сырья, т.е. нефти, из исходного углеводородного сырья, такого как сырая нефть, продукта гидрокрекинга, продукта каталитического крекинга или продукта коксования, в печи парового крекинга, показанной на фиг. 2, при достаточно высоких температуре и давлении.

В этом предпочтительном решении аппараты для переработки нефти, обеспечивающие подачу уг-

леводородного сырья в печь 120 парового крекинга, производят продукты при давлении, достаточном для их смешивания с потоком 202 вне печи 120 парового крекинга, и направляют их непосредственно в УМП (фиг. 2). Установка фракционирования углеводородов, образованная из этих аппаратов переработки нефти, должна быть спроектирована надлежащим образом для проведения эффективного процесса фракционирования. На фиг. 3 представлен пример установки для дистилляции исходного углеводородного сырья.

Исходное углеводородное сырье обессоливают, и нагревают, как это обычно осуществляется в существующем уровне техники, относящемся к дистилляционным установкам для исходного сырья (включая продолжительное нагревание в противотоке относительно продуктов), применительно к потоку 301. Указанный поток 301 нагнетают при среднем давлении с помощью нагнетателя исходного углеводородного сырья в теплообменник Н-301, после чего нагревают в теплообменнике Н-301 до температуры в интервале 220-350°C, которую имеет поток 302, в зависимости от состава сырой нефти, желаемой границы кипения фракции нефти, предназначенной для парового крекинга, и давления в колонне, которые определяются установленными требованиями печи парового крекинга.

Теплообменник Н-301 может представлять собой печь, паровой нагреватель или нагреватель любого другого типа, который нагревается с использованием любого подходящего источника теплоты, такого, например, как водяной пар среднего давления или закалочное масло из печи парового крекинга, который обычно имеется в наличии при температуре приблизительно равной 160°C. Пар среднего давления (МР) обычно характеризуется абсолютным давлением в интервале от 0,8 до 2,0 МПа.

Предварительно нагретый поток 302 углеводородного сырья направляется в дистилляционную колонну С-301 среднего давления, работающую при абсолютном давлении в интервале от 0,7 до 1,2 МПа. Величина давления в этой колонне определяется, главным образом, давлением паров нефти, необходимым для парового крекинга, и перепадом давления на линии транспортирования. Давление, при котором исходное углеводородное сырье нагнетается в теплообменник Н-301, должно быть достаточным для преодоления перепада давления в теплообменнике и получения необходимого давления в дистилляционной колонне С-301 среднего давления, находящегося в интервале от 0,7 до 1,2 МПа. При этом указанное давление нагнетания может изменяться в зависимости от типа используемого теплообменника.

Исходное углеводородное сырье может быть нагрето в дистилляционной колонне С-301 с помощью дополнительных теплообменников, ребойлеров или водяного пара отпаривания. Пар отпаривания среднего давления 342 может быть добавлен в исходное углеводородное сырье при температуре в интервале 180-350°C в нижнюю часть упомянутой дистилляционной колонны С-301 среднего давления. Жидкий поток 325 углеводородного сырья из атмосферной дистилляционной колонны С-302 может быть добавлен из последующей ступени, т.е. дистилляционной колонны С-302, как это будет описано ниже.

В нижней части дистилляционной колонны С-301 среднего давления отводится продукт, содержащий в потоке 314, главным образом, средние дистилляты и более тяжелые фракции сырой нефти. Сверху колонны отбирают нефть и более легкие компоненты, образующие поток 303. Часть 304 потока 303 конденсируется в теплообменнике Н-302, и полученная жидкость 306 отделяется в сепараторе V-301 и нагнетается с помощью насоса Р-301 в виде жидкой флегмы 307 обратно в колонну С-301.

Парообразный продукт 309 из сепаратора V-301 может быть направлен непосредственно в установку 120 парового крекинга в виде потока 332 углеводородного сырья подобного потоку 331 более легкого углеводородного сырья, причем небольшая выгода может быть получена при удерживании потока 332 более тяжелого углеводородного сырья отдельно от потока 331 более легкого сырья, что позволяет проводить крекинг этих потоков в различных условиях. В частности, может быть выгодным проводить паровой крекинг потока 331 более легкого углеводородного сырья в более жестких условиях по сравнению с потоком 332 более тяжелого углеводородного сырья, поскольку в потоке 331 углеводородного сырья содержатся более легкие компоненты. Кроме того, можно полностью или частично смешивать потоки 331, 332 углеводородного сырья, чтобы более эффективно использовать полезную тепловую нагрузку печи в установке 120 парового крекинга.

Кроме того, возможно получение жидкой нефти. Для этого вода из потока 310 более легкой нефти может быть сконденсирована в конденсаторе Н-303 с получением потока 311. Вследствие создания большего давления рассматриваемая установка работает при большей величине давления по сравнению с традиционными дистилляционными аппаратами для сырой нефти, при этом температура процесса выше (в интервале 130-180°C), и выделяется большее количество более ценной теплоты, которая имеет преимущество с точки зрения утилизации по сравнению с традиционным дистилляционным аппаратом (<100°C). Испаритель V-302 разделяет поток 311 на фракцию серносодержащей воды 313, которая вместе с кислой водой из V-301 в потоке 308 направляется на очистку, и фракцию не стабилизированной нефти 312, которая может нагнетаться с помощью нагнетателя Р-303 в колонну стабилизации нефти, а фракция LPG 333 может быть направлена в газогенераторную установку или сеть для газообразного топлива.

Нижний продукт, отводимый в потоке 314 из дистилляционной колонны С-301 среднего давления, затем нагревается до температуры в интервале от 320 до 360°C в теплообменнике Н-304 и добавляется в дистилляционную колонну С-302 атмосферного давления вместе с водяным паром 343 низкого давления или паром для отпаривания низкого давления. Пар низкого давления обычно имеет абсолютное давление

в интервале от 0,1 до 0,7 МПа. Атмосферная дистилляционная колонна С-302 работает при абсолютном давлении ниже 0,6 МПа и выше атмосферного давления (0,1 МПа). При этом указанная атмосферная дистилляционная колонна С-302 производит фракцию 316 среднего дистиллята, отводимую сверху. Пары 318 из ёмкости V-303 сбора дистиллята направляются в отстойник V-304, и конденсируются с помощью конденсатора Н-306. Отстойник V-304 осуществляет разделение, в результате которого паровая фракция 326 направляется в установку комплексной подготовки газа, а серосодержащая вода 328 направляется на обработку вместе с другими потоками 313, 308 серосодержащей воды. Жидкая фракция 324 с помощью насоса Р-305 нагнетается в дистилляционную колонну С-301 среднего давления в потоке 325.

Нижний продукт 321 атмосферной дистилляционной колонны С-302, отводимый посредством потока 321, очищается с помощью традиционной вакуумной дистилляционной колонны С-303, обычно используемой в установках первичной переработки нефти (на фиг. 3 показано не всё используемое оборудование) с получением паров 337 среднего дистиллята, легкого вакуумного газойля, тяжелого вакуумного газойля и вакуумного остатка 340.

Из дистилляционной колонны С-302 отделенные летучие компоненты поступают в сборник V-303 дистиллята и затем в потоке 324 проходят через конденсатор Н-306 и отстойник V-304, и после сжатия насосом Р-305 направляются в потоке 325 в дистилляционную колонну С-301 среднего давления.

Все изложенное выше приведено с целью подтверждения возможности обработки сжатой, испаренной нефти/потока углеводородного сырья в печи 120 парового крекинга, представленной на фиг. 2, входящей в состав установки парового крекинга.

Установки гидрокрекинга и установки крекинга с псевдоожиженным катализатором имеют в своем составе основную колонну фракционирования, которая может быть заменена дистилляционными колоннами С-301 среднего давления и колонной С-302 атмосферного давления вместе со всем связанным с ними оборудованием, чтобы также получать и направлять сжатое испаренное углеводородное сырье в печь 120 парового крекинга, представленную на фиг. 2.

Фиг. 4 иллюстрирует пример альтернативной установки 400 для испарения нефти с использованием водяного пара низкого качества.

В установке 400 первый теплообменник 401 нагревает жидкую нефть 404 с использованием водяного пара 405 низкого давления с получением нагретого потока нефти. Второй теплообменник 402 нагревает нефть с использованием водяного пара среднего давления, и третий теплообменник 403 нагревает нефть с использованием водяного пара высокого давления, который имеет величину абсолютного давления в интервале от 2,5 до 4,5 МПа. Нефть в этой установке испаряется, и испаренная нефть 411 может быть направлена во входной трубопровод 201 для углеводородов установки гидрокрекинга.

Водяной пар низкого, среднего и высокого давления 405, 407, 409 конденсируется в теплообменниках 401, 402, 403, и полученный конденсат может быть возвращен обратно в виде потоков конденсата 406, 408, 410, соответственно.

Примеры температур и давлений, и соответствующих источников теплоты приведены ниже в табл. 3.

Таблица 3

Ступени теплообменников	Начальная температура (°С)	Конечная температура (°С)	Тепловая мощность (МВт)	Источник теплоты
401	81	138	1,85	Водяной пар, 0,5 МПа (абс) (405)
402	138	193	2,77	Водяной пар, 1,8 МПа (абс) (407)
403	193	207	1,73	Водяной пар, 4,0 МПа (абс) (409)
Общая тепловая мощность			6,35	

Из табл. 3 хорошо видно, что в этом примере для получения испаренной нефти необходима тепловая мощность в количестве 6,35 МВт, что компенсирует тепловую мощность 6,3 МВт, необходимую для производства водяного пара VHP. При этом использование водяного пара LP и MP низкого качества позволяет увеличить производство пара VHP на 16%.

Благодаря более высокой температуре единица тепловой энергии водяного пара VHP является более ценной по сравнению с подобной единицей энергии пара среднего и низкого давления, и общий эффект описанного выше решения заключается в том, что одинаковые единицы энергии водяного пара LP, MP и NP переходят в пар VHP с большей ценностью. В описанном выше примере для получения одинаковых результатов величины давления пара LP, MP и NP могут быть выбраны в интервалах 0,1-0,7 МПа, 0,8-2,0 МПа и 2,5-4,5 МПа, соответственно.

Необходимое давление углеводородного сырья может быть получено с помощью нагнетателя 415, который нагнетает из питающего трубопровода 414 углеводородное сырье с повышением его давления до требуемого во входном трубопроводе 404 установки 400 многоступенчатого теплообмена.

На линии выходного трубопровода 413 может быть установлен сепаратор 419 для отделения жидкостей, т.е. воды и более тяжелых (имеющих больший молекулярный вес) не испаренных углеводородов,

от уже испаренной нефти или углеводородного сырья перед транспортированием испаренного углеводородного сырья в потоке 420 к входному трубопроводу 202 углеводородного сырья печи 120 парового крекинга.

Установка 400 с многоступенчатым теплообменом может быть предпочтительно снабжена впускными патрубками для инъекции дополнительного пара низкого или среднего качества (LP, MP) в промежуточные потоки 411, 412 и даже в выходящий поток 413. Инжекция в промежуточные потоки 411, 412 и 413 пара низкого или среднего качества (LP, MP) усиливает и совершенствует процесс испарения углеводородного сырья за счет использования относительно дешевого пара, в то же время потребности теплообменников 401-403 в тепловой энергии снижаются. В результате может потребоваться пар 409 меньшего давления, в особенности, на ступени 403.

Перечень ссылочных номеров позиций:

- 101, 201 - входящий поток углеводородного сырья,
- 102, 202 - поток кипящей воды,
- 103, 203 - перегретое углеводородное сырье,
- 104, 204 - входной трубопровод для питательной воды котла,
- 105, 205 - поток воды на перегрев пара,
- 106, 206 - газообразные продукты сгорания,
- 107, 207 - перегретый водяной пар высокого давления,
- 120 - печь парового крекинга,
- 121 - конвекционная секция,
- 122 - радиационная секция,
- 123 - трубчатый реактор с огневым подводом теплоты,
- 124 - паровой барабан,
- 125 - теплообменник на линии транспортирования,
- 128 - отвод газа крекинга,
- 129 - горелки,
- 130 - горячий газ крекинга,
- 301 - сырая нефть,
- 302 - нагретая сырая нефть,
- 303 - дистиллят нефти,
- 304 - часть нефти для конденсации и орошения,
- 305 - нагретая часть нефти для конденсации и орошения,
- 306 - жидкость,
- 307 - орошающая фракция,
- 308, 313, 334 - серосодержащая вода,
- 309 - парообразный продукт,
- 310 - поток легкой нефти,
- 311 - поток водяного конденсата,
- 312, 335 - жидкая нефть,
- 314 - тяжелые фракции,
- 315 - нагретые тяжелые фракции,
- 316 - фракция среднего дистиллята,
- 325 - жидкий средний дистиллят,
- 328 - серосодержащая вода,
- 331 - нефть,
- 332 - жидкая нефть,
- 333, 326 - жидкий нефтяной газ,
- 336 - средние дистилляты, керосин, дизельное топливо,
- 337 - пары среднего дистиллята,
- 340 - вакуумный остаток,
- 342 - водяной пар для отпаривания среднего давления,
- 343 - водяной пар для отпаривания низкого давления,
- 401, 402, 403 - ступень теплообменника,
- 404 - входящий поток углеводородного сырья,
- 405 - водяной пар низкого давления,
- 406, 408, 410 - поток конденсата,
- 407 - водяной пар среднего давления,
- 409 - водяной пар высокого давления,
- 411, 412, 413 - взаимосоединенные потоки углеводородного сырья,
- 414 - подача углеводородного сырья,
- 415 - нагнетатель,
- 416, 417, 418 - впускные патрубки для инъекции пара,

419 - сепаратор,
420 - поток испаренного углеводородного сырья,
С-301 - дистилляционная колонна среднего давления,
С-302 - атмосферная дистилляционная колонна,
С-303 - вакуумная дистилляционная колонна,
Н-301 - теплообменник,
Н-302 - теплообменник,
Н-303 - конденсатор,
Н-305 - конденсатор,
Р-302 - насос,
Р-303 - насос,
Р-304 - насос,
Р-305 - насос,
Р-306 - насос,
V-301 - испаритель,
V-302 - испаритель,
V-303 - сборник дистиллята,
V-304 - отстойник,
Е-34 - теплообменник.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ парового крекинга углеводородного сырья, осуществляемого в печи парового крекинга, включающий:

испарение углеводородного сырья с использованием устройства для испарения углеводородного сырья, размещенного вне печи парового крекинга, при этом указанное устройство для испарения углеводородного сырья нагревают с помощью теплоносителя, имеющего температуру, равную 350°C или менее; причем испарение углеводородного сырья осуществляют путем сжатия углеводородного сырья с помощью нагнетателя углеводородного сырья, предварительного нагревания сжатого углеводородного сырья в теплообменнике, и дистилляции предварительно нагретого углеводородного сырья в дистилляционной колонне среднего давления, соединенной с указанным теплообменником, при этом указанная дистилляционная колонна среднего давления работает при абсолютном давлении в интервале от 0,7 до 1,2 МПа;

подачу испаренного углеводородного сырья в устройство для перегрева углеводородного сырья, размещенное в конвекционной секции печи парового крекинга;

перегрев испаренного углеводородного сырья с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, осуществляемый в устройстве для перегрева углеводородного сырья, размещенном в конвекционной секции печи парового крекинга;

перегрев водяного пара, подводимого из парогенератора, с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, в другом теплообменнике;

паровой крекинг перегретого углеводородного сырья с использованием перегретого водяного пара с получением газа крекинга в трубчатом реакторе с огневым подводом теплоты, размещенном в радиационной секции печи парового крекинга;

предварительное нагревание питательной котловой воды для парогенератора с использованием газообразных продуктов сгорания, поступающих из радиационной секции печи парового крекинга, в устройстве предварительного нагревания питательной котловой воды;

предварительное нагревание жидких компонентов углеводородного сырья, выходящего из дистилляционной колонны среднего давления, посредством теплообмена во втором теплообменнике, и дистилляцию углеводородного сырья в дистилляционной колонне низкого давления с разделением сырья по меньшей мере на одну из фракции легкого дистиллята, фракции среднего дистиллята и фракции тяжелого дистиллята, при этом дистилляционная колонна низкого давления работает при абсолютном давлении в интервале от 0,1 до 0,6 МПа.

2. Способ по п.1, в котором дистилляцию углеводородного сырья в дистилляционной колонне среднего давления проводят с использованием водяного пара отпаривания среднего давления, имеющего абсолютное давление в интервале от 0,8 до 2,0 МПа.

3. Способ по п.2, в котором водяной пар отпаривания среднего давления имеет температуру в интервале от 180 до 350°C.

4. Способ по п.1 или 2, в котором теплообменник нагревают с помощью теплоносителя, имеющего температуру в интервале от 160 до 350°C.

5. Способ по п.1, в котором дистилляцию в дистилляционной колонне низкого давления проводят с использованием водяного пара отпаривания низкого давления, имеющего абсолютное давление в интервале от 0,1 до 0,7 МПа.

6. Установка парового крекинга углеводородного сырья способом по любому из пп.1-5, содержащая:

парогенератор для генерирования водяного пара,

печь парового крекинга, содержащую радиационную секцию для парового крекинга углеводородного сырья и конвекционную секцию, содержащую устройство для перегрева углеводородного сырья, предназначенное для перегрева углеводородного сырья, и устройство для перегрева водяного пара, а также охлаждающее устройство для охлаждения газа крекинга, выходящего из радиационной секции;

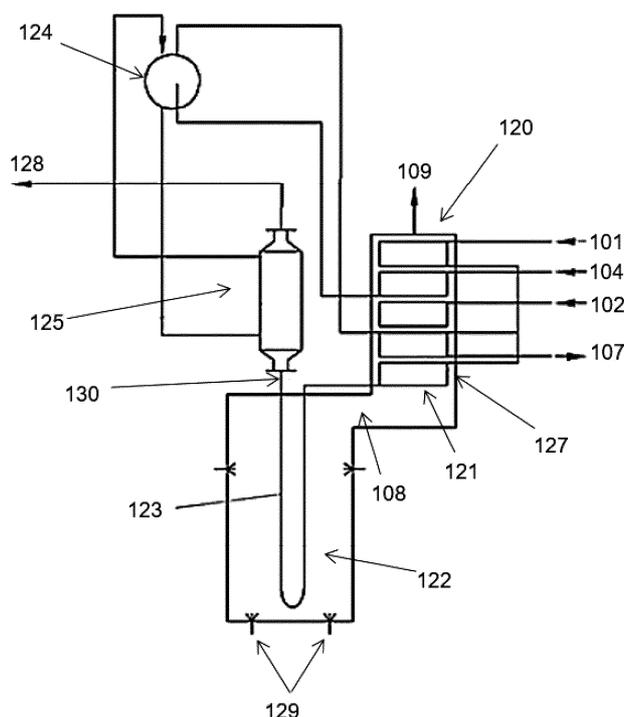
устройство для испарения углеводородного сырья, расположенное вне печи парового крекинга, предназначенное для испарения углеводородного сырья перед перегревом сырья в устройстве для перегрева углеводородного сырья, соединенное с устройством для перегрева углеводородного сырья, причем устройство для испарения углеводородного сырья содержит:

нагнетатель углеводородного сырья для повышения давления углеводородного сырья,

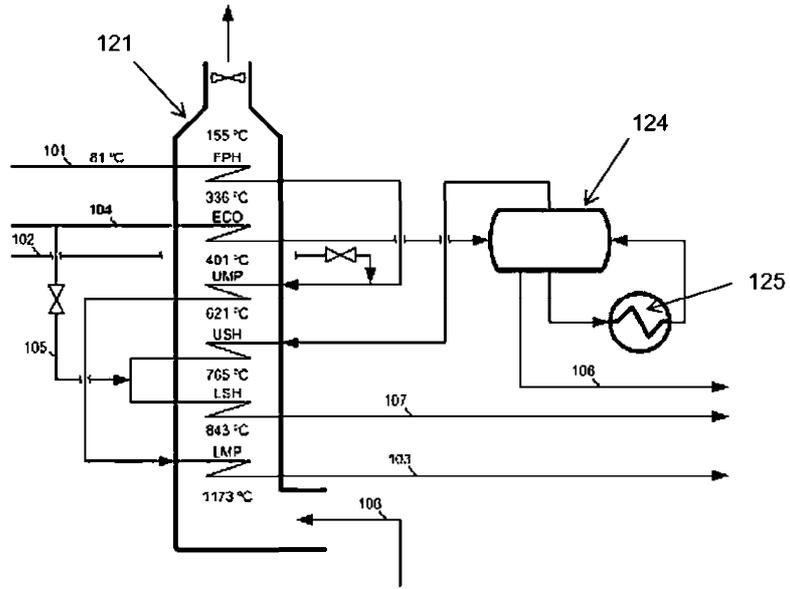
первый теплообменник, соединенный с указанным нагнетателем, и

дистилляционную колонну среднего давления, соединенную с теплообменником, предназначенную для дистилляции нагретого углеводородного сырья при среднем давлении в интервале от 0,7 до 1,2 МПа, второй теплообменник, предназначенный для предварительного нагревания жидких компонентов углеводородного сырья, выходящих из дистилляционной колонны среднего давления, и

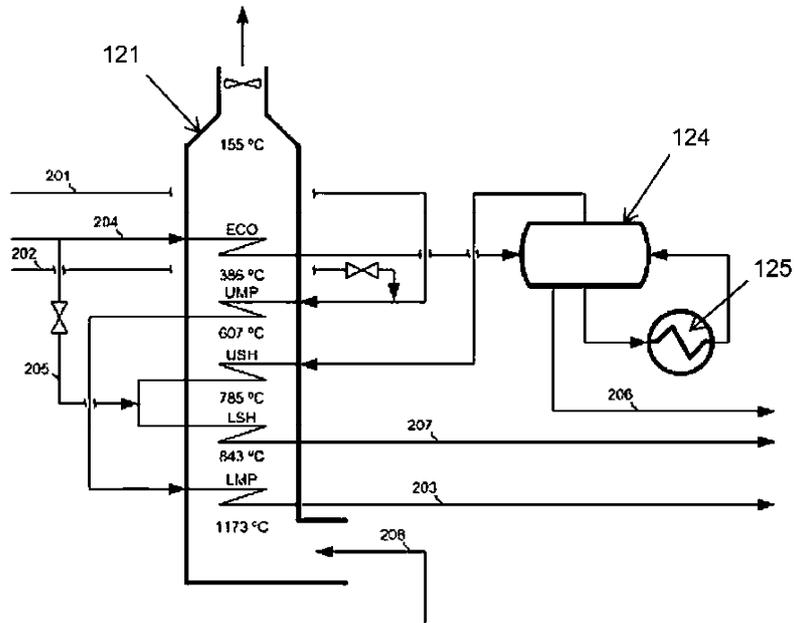
дистилляционную колонну низкого давления, соединенную со вторым теплообменником, при этом дистилляционная колонна низкого давления работает при абсолютном давлении в интервале от 0,1 до 0,6 МПа.



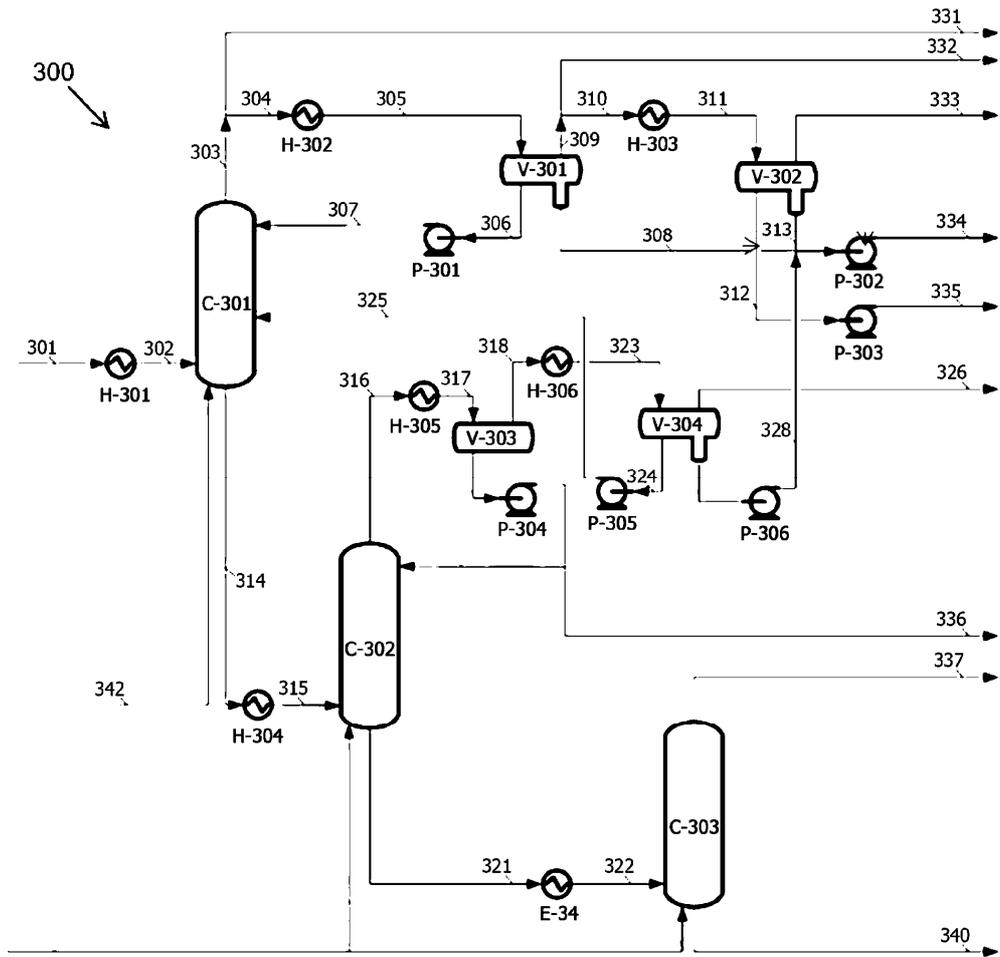
Фиг. 1
(Уровень техники)



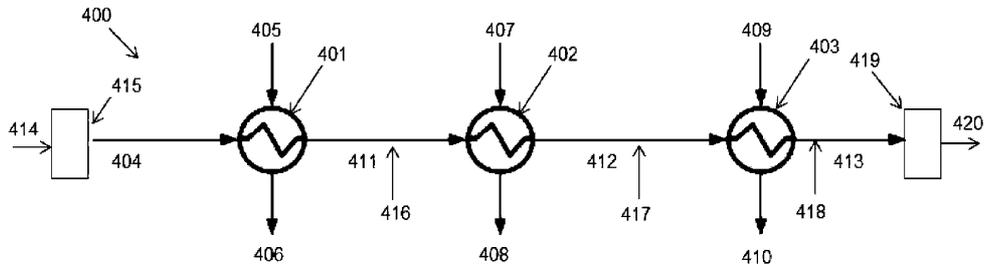
Фиг. 1а
(Уровень техники)



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2