

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045735**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.21

(21) Номер заявки
202392201

(22) Дата подачи заявки
2022.01.27

(51) Int. Cl. **F22B 1/18** (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)
B01D 5/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА ГАЗА КРЕКИНГА И СПОСОБ
РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА ГАЗА КРЕКИНГА**

(31) **202110142616.2; 202110143213.X;
202110143235.6; 202110143244.5**

(32) **2021.02.02**

(33) **CN**

(43) **2023.11.01**

(86) **PCT/CN2022/074232**

(87) **WO 2022/166740 2022.08.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЧАЙНА ПЕТРОЛЕУМ ЭНД
КЕМИКАЛ КОРПОРЕЙШН;
СИНОПЕК ИНЖИНИРИНГ
ИНКОРПОРЕЙШН (CN)**

(72) Изобретатель:
**Ван Чжэньвэй, Ян Лицин, Чжао
Байжэнь, Чжао Минжуй, Лю Ган (CN)**

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

(56) **CN-A-109021999
CN-A-105566029
CN-A-101962564
CN-A-105135396
CN-A-101358143
WO-A1-2007008423**

(57) Настоящее изобретение относится к устройству для рекуперации тепла газа крекинга и способу такой рекуперации, при этом газ крекинга включает газ крекинга жидкого сырья и газ крекинга газообразного сырья, а устройство содержит устройство для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов. Изобретение решает проблемы в данной области техники, т.е. проблемы технологии неполной рекуперации тепла газа крекинга, недостаточного регулирования вязкости закалочного масла, высоких капитальных вложений и большой установочной площади оборудования, а также нестабильной работы и высокого энергопотребления.

B1

045735

045735

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области производства этилена, более конкретно, к устройству для рекуперации тепла газа крекинга, способу рекуперации тепла газа крекинга и фракционирующей колонне.

Уровень техники

Источники сырья, подвергаемые крекингу на установке получения этилена, включают нефть, газойль, гидрированную хвостовую фракцию нефти, этан, пропан, сжиженный нефтяной газ (СНГ) и другие источники нефтехимического сырья. Источники сырья, подвергаемые крекингу, могут быть разделены на жидкие и газообразные источники сырья. Газ крекинга жидкого сырья получают в результате осуществления крекинга в реакторе крекинга жидкого сырья, для которого жидкое сырьё может быть выбрано из одного или более источников из числа: C_3 и выше лёгких углеводородов, нефти, газойля и гидрированной хвостовой фракции нефти. Газ крекинга газообразного сырья получают в результате осуществления крекинга газообразного сырья в реакторе крекинга газообразного сырья, и газообразное сырьё может быть выбрано из одного или более источников из числа: этана, пропана, бутана, сухого нефтяного газа и СНГ. Потребление энергии в процессе крекинга составляет 50-60% от потребления всей установки, и, таким образом, рекуперация высокотемпературного отходящего тепла газа крекинга имеет большое значение для сбережения энергии и снижения её потребления на установке получения этилена.

Повышенная температура низа фракционирующей колонны обуславливает образование увеличенного количества водяного пара разбавления, образующегося при использовании закалочного масла, так что может снижаться расход водяного пара среднего давления, но одновременно повышенное содержание тяжёлых компонентов в закалочном масле приводит к достижению всё более возрастающей высокой вязкости закалочного масла, ухудшающей рабочее состояние теплообменника закалочного масла, а это влечёт за собой значительную нехватку водяного пара разбавления, образующегося при использовании закалочного масла, что, следовательно, требует увеличенного количества водяного пара среднего давления в качестве дополнения и поэтому оказывает неблагоприятное влияние на стабильность работы, а также энергосбережение и снижение потребления на установке получения этилена. С учётом вышесказанного, необходимо удалять тяжёлые компоненты, имеющиеся в газе крекинга и закалочном масле. В дополнение к этому, газ крекинга жидкого сырья обычно содержит более тяжёлые компоненты, по сравнению с газом крекинга газообразного сырья, и твёрдые частицы кокса, которые будут вызывать закупорку оборудования в закалочной системе и оказывать воздействие на нормальный режим работы установки.

В традиционном процессе газ крекинга сначала перемещают в котёл-утилизатор для извлечения высокопотенциальной тепловой энергии и получения водяного пара сверхвысокого давления в качестве побочного продукта. После использования для получения водяного пара сверхвысокого давления газ крекинга жидкого сырья, как правило, может иметь температуру 400-480°C, а часть газа крекинга газообразного сырья после использования для получения водяного пара сверхвысокого давления, как правило, может иметь температуру 350-380°C, далее их охлаждают впрыскиваемым закалочным маслом для снижения температуры газа крекинга до 200-250°C, а затем направляют в фракционирующую колонну. Другая часть газа крекинга газообразного сырья после прохождения через котёл-утилизатор всё ещё находится при более высокой температуре, обычно 480-520°C, так что она может заключать в себе достаточное количество тепла для испарения промежуточных компонентов, имеющихся во впрыскиваемом закалочном масле, и возвращения их в фракционирующую колонну вместе с газом крекинга. Неиспарившиеся тяжёлые компоненты, содержащиеся в жидкой фазе, отводят, так что вязкость закалочного масла может оставаться в пределах целесообразного диапазона.

После прохождения через закалочный котёл оба из указанных двух потоков газа крекинга газообразного сырья находятся при относительно высоких температурах, а это означает, что рекуперация тепла в традиционном процессе является недостаточной. С другой стороны, поскольку удалению тяжёлых компонентов при контактировании с газом крекинга газообразного сырья подвергается только малая часть закалочного масла, может достигаться лишь небольшое частичное удаление тяжёлых компонентов, а температура низа колонны закалочного масла по-прежнему является относительно низкой.

В дополнение к этому, все газы крекинга должны проходить через колонну фракционирования бензина, что требует большого диаметра колонны фракционирования бензина и влечёт за собой большие проблемы, связанные с изготовлением и транспортировкой оборудования. В настоящий момент возможность транспортировки, как правило, требует, что диаметр колонны не должен превышать 13,5 м, в противном случае трудно реализовать транспортировку на место эксплуатации.

На традиционной установке получения этилена газ крекинга жидкого сырья, после подвергания его рекуперации тепла в котле-утилизаторе, охлаждения в закалочном устройстве впрыскиваемым закалочным маслом и смешивания с газом крекинга газообразного сырья, подвергнутым рекуперации тепла в котле-утилизаторе, подают в секцию закалочного масла, скомпонованную в нижней части колонны фракционирования бензина. В ходе таких процессов газ крекинга газообразного сырья, после рекуперации из него тепла в котле-утилизаторе (газовая фаза, температура около 200°C), содержит меньшее количество частиц кокса и тяжёлых компонентов, тогда как газ крекинга жидкого сырья, после рекуперации

из него тепла в котле-утилизаторе и охлаждения в закалочном устройстве впрыскиваемым закалочным маслом, становится двухфазным при температуре около 400°C и содержит значительное количество частиц кокса и тяжёлых компонентов. Два указанных потока заметно отличаются друг от друга по физическим свойствам, и их смешанная обработка экономически нецелесообразна вследствие искусственно завышаемой нагрузки при разделении.

На традиционной установке получения этилена секция закалочного масла колонны фракционирования бензина выполнена в конфигурации с шевронным (в виде "елочки") отражателем или уголковой сталью для удаления частиц кокса, захваченных газом крекинга, а закалочное масло извлекается из нижней части секции закалочного масла колонны фракционирования бензина и содержит значительное количество тяжёлых компонентов и частиц кокса. Для удаления частиц кокса, имеющихся в закалочном масле, как правило, необходимо размещать фильтр перед циркуляционным насосом закалочного масла, а также циклонный гидравлический сепаратор и успокоительное устройство после циркуляционного насоса закалочного масла, что включает увеличение капиталовложений, большое количество оборудования и требования к установочной площади оборудования.

В дополнение к этому, на традиционной установке получения этилена обычно требуется отдельно установленная колонна понижения вязкости закалочного масла для отделения тяжёлых компонентов, снижения вязкости масла и повышения его температуры, при этом в качестве отпаривающих сред используют высокотемпературный газ крекинга газообразного сырья (при температуре 450-505°C) и водяной пар высокого давления и вводят часть закалочного масла в колонну понижения вязкости для отпаривания, причём тяжёлые компоненты удаляют из низа колонны, а желаемую среднюю фракцию возвращают в колонну фракционирования бензина. Поскольку колонна понижения вязкости, как правило, спроектирована для работы при температуре около 250-280°C, а высокотемпературный газ крекинга газообразного сырья передаёт своё тепло закалочному маслу при температуре лишь около 180-200°C, утилизация тепла является недостаточно экономичной. Кроме того, поскольку при высокой температуре колонна понижения вязкости весьма подвержена закупориванию тяжёлыми компонентами в нижней части, при практической эксплуатации она обычно работает при температуре, намного ниже своей проектной температуры, что приводит к достижению слабого эффекта понижения вязкости. Поэтому рабочую температуру закалочного масла вынужденно снижают во избежание его автополимеризации. Таким образом, низ колонны фракционирования бензина забирает меньше тепла, и оно направляется вверх для повышения температуры верха колонны, что может приводить к эмульгированию закалочной воды в расположенной ниже по ходу потока колонне закалочной воды и неблагоприятно влиять на стабильность работы установки получения этилена. Кроме того, поскольку закалочное масло используют как источник тепла для генерирования водяного пара разбавления, понижение температуры закалочного масла приводит к получению меньшего количества образующегося водяного пара разбавления, а это означает, что для выработки водяного пара разбавления требуется больше водяного пара среднего давления, и приводит к повышенному потреблению энергии на установке получения этилена.

С учётом вышесказанного, задачи, заключающиеся в том, как лучше извлекать и в достаточной степени использовать тепло газа крекинга и как достигать удаления частиц кокса и снижения вязкости закалочного масла, а также уменьшать диаметр колонны фракционирования бензина, по-прежнему являются актуальными техническими проблемами, подлежащими разрешению.

Раскрытие изобретения

С целью решения проблем предшествующего уровня техники, таких как несовершенная технология рекуперации тепла газа крекинга, недостаточное регулирование вязкости закалочного масла, высокие капиталовложения и затраты на эксплуатацию оборудования, автор настоящего изобретения разрабатывает устройство для рекуперации тепла газа крекинга и способ рекуперации тепла газа крекинга, при помощи которого в устройстве для рекуперации тепла можно реализовать рекуперацию высокопотенциальной тепловой энергии газа крекинга в максимально возможной степени и генерировать как можно больше водяного пара сверхвысокого давления; а также дополнительно достигать эффективного контроля вязкости закалочного масла путём удаления тяжёлых компонентов, имеющихся в газе крекинга жидкого сырья, а также улучшения за счёт этого температуры низа фракционирующей колонны и доведения до максимума степени рекуперации тепла высокотемпературного газа крекинга. В итоге, настоящее изобретение может иметь важное и перспективное значение для стабильной работы и энергосбережения, а также снижения расходов на установке получения этилена.

Для достижения указанных выше целей в первом аспекте изобретения предлагается устройство для рекуперации тепла газа крекинга, содержащее устройство для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора крекинга жидкого сырья, устройство для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора крекинга газообразного сырья, а узел удаления тяжёлых компонентов содержит по меньшей мере первую часть для удаления коллоидных частиц, асфальтенов и твёрдых частиц кокса и вторую часть для удаления промежуточных компонентов, кипящих выше 205°C, путём фракционирования. Выпускной трубопровод устройства для рекуперации тепла

газа крекинга жидкого сырья соединён с первой частью узла удаления тяжёлых компонентов, и выпускной трубопровод устройства для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединён с узлом удаления тяжёлых компонентов. Вторая часть узла удаления тяжёлых компонентов снабжена выпускным трубопроводом для закалочного масла в нижней части узла. Выпускной трубопровод для закалочного масла соединен последовательно с насосом закалочного масла и устройством для рекуперации тепла закалочного масла, а затем разделяется на две ветви, при этом первая ветвь соединена со второй частью узла удаления тяжёлых компонентов, а вторая ветвь соединена с выпускным трубопроводом устройства для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья или с первой частью узла удаления тяжёлых компонентов.

Во втором аспекте изобретения предлагается способ рекуперации тепла газа крекинга, включающий следующее: охлаждают газ крекинга жидкого сырья, имеющий своим происхождением реактор крекинга жидкого сырья, в устройстве для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья до температуры T1 с целью получения газа крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который затем подают в первую часть узла удаления тяжёлых компонентов для удаления коллоидных частиц, асфальтенов и твёрдых частиц кокса; до или после подачи в первую часть узла удаления тяжёлых компонентов дополнительно охлаждают газ крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла до температуры T2 путём смешивания с закалочным маслом; подают газовую фазу из первой части узла удаления тяжёлых компонентов во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов с целью удаления промежуточных компонентов, кипящих выше 205°C, путём фракционирования; извлекают топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами, переносимое твёрдые частицы, из первой части узла удаления тяжёлых компонентов, для реализации удаления тяжёлых компонентов газа крекинга жидкого сырья; охлаждают газ крекинга газообразного сырья, имеющий своим происхождением реактор крекинга газообразного сырья, в устройстве для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья до температуры T3 и подают газ крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла в узел удаления тяжёлых компонентов; дополнительно охлаждают газовую фазу, отбираемую с верха первой части узла удаления тяжёлых компонентов, и газ крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла во второй части узла удаления тяжёлых компонентов, при этом некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло, а также извлекают закалочное масло внизу второй части узла удаления тяжёлых компонентов при помощи насоса закалочного масла и осуществляют рекуперацию его тепла в устройстве для рекуперации тепла закалочного масла. После рекуперации тепла закалочное масло делят на два потока, причём первый поток возвращают во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а второй поток смешивают с газом крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла. Несконденсированные компоненты представляют собой газовую фазу, отбираемую сверху второй части узла удаления тяжёлых компонентов.

Устройство для рекуперации тепла газа крекинга и способ рекуперации тепла газа крекинга, соответствующие настоящему изобретению, имеют важное и перспективное значение для стабильной работы и энергосбережения, а также снижения расходов на установке получения этилена. Конкретно, устройство и способ обладают следующими преимуществами:

1) в результате внедрения узла удаления тяжёлых компонентов, содержащего по меньшей мере первую часть и вторую часть, можно эффективно удалять тяжёлые компоненты высокой вязкости, такие как коллоидные частицы и асфальтены, а также твёрдые частицы кокса, так что можно снижать вязкость закалочного масла и, следовательно, энергопотребление насоса закалочного масла;

2) за счёт извлечения высокопотенциальной тепловой энергии из газа крекинга в максимально возможной степени в устройстве для рекуперации тепла можно доводить до максимума рекуперацию отходящего тепла высокотемпературного газа крекинга;

3) путём распределения потоков газов крекинга жидких и газообразных источников сырья после рекуперации тепла согласно их различным точкам росы, соответственно, в фракционирующую колонну и колонну закалочной воды, диаметр фракционирующей колонны может быть значительно уменьшен.

Другие признаки и преимущества данного изобретения будут подробно изложены в следующих более конкретных вариантах осуществления.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1а и фиг. 1б представляют собой технологические схемы первого варианта осуществления настоящего изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 2 представляет собой технологическую схему второго варианта осуществления изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 3 представляет собой технологическую схему третьего варианта осуществления изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 4 представляет собой технологическую схему четвертого варианта осуществления изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 5 представляет собой технологическую схему пятого варианта осуществления настоящего изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 6 представляет собой технологическую схему шестого варианта осуществления изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 7 представляет собой технологическую схему седьмого варианта осуществления изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Фиг. 8 представляет собой технологическую схему восьмого варианта осуществления изобретения для извлечения тепла из газа крекинга.

Перечень ссылочных позиций P-1 газообразное сырьё:

P-2 - закалочное масло, подлежащее смешиванию с газом крекинга жидкого сырья после охлаждения.

P-4 - газ крекинга газообразного сырья.

P-6, P-11 - газ крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла.

P-9 - газ крекинга жидкого сырья.

P-10 - жидкое сырьё.

P-12 - газ крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла.

P-13 - топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами.

P-14 - отводимое топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами.

P-15 - газ крекинга жидкого сырья, смешанный с закалочным маслом.

P-16 - закалочное масло после нагнетания.

P-17 - закалочное масло после охлаждения.

P-18 - закалочное масло, возвращаемое во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов.

P-19 - газ крекинга, отбираемый сверху колонны фракционирования бензина.

P-20 - орошающий бензин.

P-23 - закалочное масло.

P-24 - газовая фаза, отбираемая сверху колонны удаления тяжёлых компонентов.

P-25 - водяной пар.

P-26 - закалочная вода.

P-27 - закалочная вода после первого охладителя закалочной воды.

P-28 - закалочная вода после второго охладителя закалочной воды.

P-29 - газ крекинга, отбираемый сверху колонны закалочной воды.

E-1 - устройство для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья.

E-3 - устройство для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья.

E-5 - насос орошающего бензина.

E-6 - насос топливного масла пиролиза.

E-7 - насос закалочного масла.

E-8 - устройство для рекуперации тепла закалочного масла.

E-9 - реактор крекинга газообразного сырья.

E-10 - реактор крекинга жидкого сырья.

E-11 - колонна удаления тяжёлых компонентов.

E-12 - колонна фракционирования бензина.

E-12' - фракционирующая колонна.

E-13 - первый охладитель закалочной воды.

E-14 - второй охладитель закалочной воды.

E-15 - устройство для рекуперации тепла закалочной воды.

E-16 - колонна закалочной воды.

Осуществление изобретения

Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения будут изложены ниже более подробно. Хотя ниже описаны предпочтительные варианты осуществления изобретения, следует понимать, что изобретение может воплощаться в различных формах и не должно ограничиваться вариантами осуществления, изложенными в настоящем документе.

Устройство для рекуперации тепла газа крекинга данного изобретения содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство для удаления тяжёлых компонентов, при этом устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья; устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья; выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с первой частью узла удаления тяжёлых компонентов; выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с узлом удаления тяжёлых компонентов; внизу второй части узла удаления тяжёлых компонентов обеспечен выпускной трубопровод для закалочного масла, который соединен последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем разделяется на две ветви, при этом первая ветвь соединена со второй частью узла удаления тяжёлых компонентов, а вторая ветвь соединена с выпускным трубопроводом устройства E3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья или с первой частью узла удаления тяжёлых компонентов.

В одном из вариантов осуществления узел удаления тяжёлых компонентов может содержать колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов и колонну E-12 фракционирования бензина, причём колонна E-

11 удаления тяжёлых компонентов образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а колонна E-12 фракционирования бензина образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов. Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов может быть выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху и выпускным трубопроводом для топливного масла, содержащего жидкие и твёрдые тяжёлые компоненты, внизу. Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов может соединяться с колонной E-12 фракционирования бензина через верхний выпускной трубопровод колонны удаления тяжёлых компонентов; колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу и выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху.

В другом варианте осуществления узел удаления тяжёлых компонентов может содержать фракционирующую колонну E-12', а фракционирующая колонна E-12' может быть разделена разделительной перегородкой на верхнюю часть и нижнюю часть, на две части, сообщающиеся по газу, называемые, соответственно, нижней секцией А и верхней секцией В, при этом нижняя секция А образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а верхняя секция В образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов. Фракционирующая колонна E-12' может быть выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкой фазы внизу. Фракционирующая колонна E-12' дополнительно может быть выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу верхней секции В.

В первой части узла удаления тяжёлых компонентов можно удалять коллоидные частицы, асфальтены и твёрдые частицы кокса, например, при помощи однократного ("мгновенного") испарения или циклонного разделения. Во второй части узла удаления тяжёлых компонентов можно удалять промежуточные компоненты, кипящие выше 205°C, путём фракционирования.

Узел удаления тяжёлых компонентов также может содержать колонну E-16 закалочной воды, которая образует третью часть узла удаления тяжёлых компонентов. Выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья может быть соединён с колонной E-16 закалочной воды. Выпускной трубопровод для газовой фазы наверху колонны E-12 фракционирования бензина или фракционирующей колонны E-12' может быть соединён с колонной E-16 закалочной воды. Колонна E-16 закалочной воды может быть выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху и с трубопроводом для отвода тяжёлого масла, а также трубопроводом для отвода бензина внизу.

Трубопровод для отвода бензина может быть скомпонован в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды, и после соединения с насосом E-5 орошающего бензина разделяется на две ветви, связанные, соответственно, с верхом второй части узла удаления тяжёлого масла и с расположенным ниже по ходу потока отпарным устройством. Колонна E-16 закалочной воды дополнительно может быть выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для технологической воды и выпускным трубопроводом для закалочной воды, при этом выпускной трубопровод для закалочной воды может быть соединён с по меньшей мере одноступенчатым устройством рекуперация тепла и с по меньшей мере одноступенчатым охладителем закалочной воды, а затем, соответственно, соединён с верхом и серединой колонны E-16 закалочной воды.

Выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья может быть соединён с колонной E-12 фракционирования бензина.

Выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья также может быть соединён с нижней секцией А или верхней секцией В фракционирующей колонны E-12'.

Вторая ветвь может быть соединена с выпускным трубопроводом устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья так, чтобы закалочное масло и выпускной поток устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья смешивались в трубопроводе.

Вторая ветвь также может быть соединена с верхней частью колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, а выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья может быть соединён с нижней частью колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов.

Вторая ветвь также может быть соединена с верхом нижней секции А фракционирующей колонны E-12', а выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья может быть соединён с низом нижней секции А фракционирующей колонны E-12'.

Нижняя часть колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов может быть выполнена в конфигурации с трубопроводом подачи водяного пара. Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов может быть снабжена внутрикорпусными элементами, предпочтительно по меньшей мере одним из следующих элементов: распределителем, решёткой, проволочной сеткой и распылительным соплом. Колонна E-12 фракционирования бензина может быть снабжена внутрикорпусными элементами, которые предпочтительно представляют собой тарелки, насадки или их сочетание. Колонна E-12 фракционирования бензина может быть разделена на 2-4 подсекции, предпочтительно включающие в направлении снизу-вверх секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Нижняя секция А фракционирующей колонны E-12' может быть выполнена в конфигурации с трубопроводом подачи водяного пара в её нижней части и может быть снабжена внутрикорпусными элементами, предпочтительно по меньшей мере одним из следующих элементов: распределителем, решёткой, проволочной сеткой и распылительным соплом. Верхняя секция В фракционирующей колонны E-12'

может быть снабжена внутрикорпусными элементами, которые предпочтительно представляют собой тарелки, насадки или их сочетание. Верхняя секция В фракционирующей колонны Е-12' может быть разделена на 2-4 подсекции, предпочтительно включающие в направлении снизу-вверх секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Трубопровод, соединяющий устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов, может быть выполнен в конфигурации с устройством для удаления кокса, которое может представлять собой по меньшей мере одно из следующих устройств: барабан для удаления кокса, одиночный циклонный сепаратор и сочетание множества циклонов.

Способ рекуперации тепла газа крекинга данного изобретения включает охлаждение газа Р-9 крекинга жидкого сырья, имеющего своим происхождением реактора Е-10 крекинга жидкого сырья, в устройстве Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья до температуры Т1 для получения газа Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который затем подают в первую часть узла удаления тяжёлых компонентов; дополнительное охлаждение газа Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, до или после подачи в первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, до температуры Т2 путём смешивания с закалочным маслом; подачу газовой фазы из первой части узла удаления тяжёлых компонентов во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов для дополнительного охлаждения и извлечение топливного масла Р-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, из первой части узла удаления тяжёлых компонентов, для реализации удаления тяжёлых компонентов газа крекинга жидкого сырья; охлаждение газа Р-4 крекинга газообразного сырья, имеющего своим происхождением реактор Е-9 крекинга газообразного сырья, подаваемого в устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, до температуры Т3 и подачу газа Р-6, Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла в узел удаления тяжёлых компонентов; дополнительное охлаждение отбираемой сверху газовой фазы, поступающей из первой части узла удаления тяжёлых компонентов, и газа Р-6, Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла во второй части узла удаления тяжёлых компонентов, при этом некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло, а также извлечение закалочного масла Р-23 внизу второй части узла удаления тяжёлых компонентов при помощи насоса Е-7 закалочного масла и осуществление рекуперации его тепла в устройстве Е-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Закалочное масло Р-17 после рекуперации тепла делят на два потока, причём первый поток Р-18 закалочного масла возвращают во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а второй поток Р-2 закалочного масла смешивают с газом Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла. Несконденсированные компоненты представляют собой газовую фазу Р-19, отбираемую сверху второй части узла удаления тяжёлых компонентов.

В одном из вариантов осуществления узел удаления тяжёлых компонентов может содержать колонну Е-11 удаления тяжёлых компонентов и колонну Е-12 фракционирования бензина, при этом колонна Е-11 удаления тяжёлых компонентов образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а колонна Е-12 фракционирования бензина образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов. Газовая фаза, отбираемая сверху колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, может быть подана в колонну Е-12 фракционирования бензина для дополнительного охлаждения, а топливное масло Р-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, может быть извлечено снизу колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов.

В ещё одном варианте осуществления узел удаления тяжёлых компонентов может содержать фракционирующую колонну Е-12', и фракционирующая колонна Е-12' может быть разделена разделительной перегородкой на верхнюю и нижнюю часть, на две части, сообщающиеся по газу, называемые, соответственно, нижней секцией А и верхней секцией В, при этом нижняя секция А образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а верхняя секция В образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов. Газовая фаза, выделяющаяся из нижней секции А фракционирующей колонны Е-12', может проходить через разделительную перегородку и в верхнюю секцию В для дополнительного охлаждения, а топливное масло Р-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, может быть извлечено снизу нижней секции А фракционирующей колонны Е-12'.

Газ Р-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла может быть подан в колонну Е-16 закалочной воды и газовая фаза Р-19, отбираемая сверху второй части узла удаления тяжёлых компонентов, и газ Р-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла могут быть смешаны с закалочной водой в колонне Е-16 закалочной воды для дополнительного охлаждения, при этом лёгкие компоненты отводятся сверху, а тяжёлые компоненты конденсируются в бензин, который легче воды, и тяжёлое масло, которое тяжелее воды.

Бензин может быть извлечен в более высоком положении внизу колонны Е-16 закалочной воды, нагнетаем насосом Е5 орошающего бензина, и поделен на два потока, подаваемые, соответственно, наверх второй части узла удаления тяжёлых компонентов в виде орошающего бензина Р-20 и в расположенное ниже по ходу потока отпарное устройство. Тяжёлое масло может быть извлечено внизу колонны Е-16 закалочной воды после разделения масла и воды в отстойнике, а технологическая вода может быть отделена из низа колонны Е-16 закалочной воды и подана в расположенную ниже по ходу потока систему генерирования водяного пара разбавления. Закалочная вода Р-26 может быть отделена из низа колонны

Е-16 закалочной воды и после многоступенчатой рекуперации тепла возвращена, соответственно, в верхнюю и среднюю часть колонны Е-16 закалочной воды.

Газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла может быть подан в колонну Е-12 фракционирования бензина.

Газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла также может быть подан непосредственно в верхнюю секцию В фракционирующей колонны Е-12' или подан сначала в нижнюю секцию А фракционирующей колонны Е-12', а затем в верхнюю секцию В через разделительную перегородку.

Второй поток Р-2 закалочного масла может быть смешан в трубопроводе с газом Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла.

Газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла может быть подан в низ колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, а второй поток Р-2 закалочного масла может быть подан наверх колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов. То есть, газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла может находиться в противоточном контакте со вторым потоком закалочного масла Р-2, так что газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла может быть дополнительно охлажден до температуры Т₂, а затем подан в низ колонны Е-12 фракционирования бензина.

Газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла также может быть подан в низ нижней секции А фракционирующей колонны Е-12', а второй поток Р-2 закалочного масла может быть подан наверх нижней секции А фракционирующей колонны Е-12'. Внутри нижней секции А фракционирующей колонны Е-12' газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла может находиться в противоточном контакте со вторым потоком Р-2 закалочного масла, так что газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла может быть дополнительно охлажден до температуры Т₂, а затем подан в низ верхней секции В фракционирующей колонны Е-11.

Источники сырья для крекинга могут включать жидкое и газообразное сырьё, при этом газ Р-9 крекинга жидкого сырья может быть получен в результате осуществления крекинга жидкого сырья Р-10 в реакторе Е-10 крекинга жидкого сырья, а газ Р-4 крекинга газообразного сырья может быть получен в результате осуществления крекинга газообразного сырья Р-1 в реакторе Е-9 крекинга газообразного сырья.

Температуру Т₁ можно регулировать на уровне не ниже точки росы, как правило, при определённой допустимой погрешности, в целях доведения до максимума степени рекуперации тепла с предпосылкой исключения конденсации и коксования тяжёлых компонентов. Значение Т₁ варьирует в соответствии с различными источниками сырья и обычно находится в диапазоне 300-500°С. Температуру Т₂ можно регулировать так, чтобы она находилась в пределах определённого диапазона для обеспечения максимального удаления тяжёлых компонентов в колонне Е-11 удаления тяжёлых компонентов или нижней секции А фракционирующей колонны Е-12'. Значение Т₂ варьирует в соответствии с различными источниками сырья и обычно находится в диапазоне 200-350°С, предпочтительно 250-280°С. Температуру Т₃ можно регулировать на уровне не ниже точки росы, как правило, при определённой допустимой погрешности, в целях доведения до максимума степени рекуперации тепла с предпосылкой исключения конденсации и коксования тяжёлых компонентов. Значение Т₃ варьирует в соответствии с различными источниками сырья и обычно находится в диапазоне 160-240°С.

В устройстве Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройстве Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья можно проводить рекуперацию тепла путём выработки водяного пара. Образующийся водяной пар может иметь давление в диапазоне 3,5-13,0 МПа изб., предпочтительно 10,0-12,0 МПа изб.

Устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья независимо могут представлять собой устройство для одноступенчатой рекуперации тепла, устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые последовательно, или устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые параллельно.

Водяной пар Р-25 может быть введен в нижнюю часть колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов или нижнюю часть нижней секции А фракционирующей колонны Е-12' в качестве отпаривающей среды, а давление водяного пара находится предпочтительно на уровне 1,2-13,0 МПа изб., более предпочтительно 3,5-10,0 МПа изб.

Фракционирующая колонна Е-12' может быть выполнена в конфигурации с потоком для орошения в верхней части.

Способ настоящего изобретения позволяет повысить температуру низа фракционирующей колонны Е-12' на 3-8°С.

Примеры

Далее ниже настоящее изобретение описывается в сочетании с сопроводительными чертежами и примерами. Следует понимать, что конкретные варианты осуществления, изложенные в настоящем документе, представлены только в целях иллюстрирования и истолкования изобретения и не предназначены для ограничения изобретения.

В следующих далее примерах и сравнительных примерах газообразное сырьё и жидкое сырьё, соответственно, имеют составы, показанные в приведённой ниже табл. 1.

Таблица 1

Газообразное сырьё (10 000 тонн/год)		Жидкое сырьё (10 000 тонн/год)	
Товарный пропан	100	Хвостовое масло крекинга	60
Сжиженный газ	20	Тяжёлая нефтя	140
Рецикловый пропан	10	Лёгкая нефтя	30
Рецикловый этан	20		

Пример 1.

Пример 1 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 1а и фиг. 1б.

Данное устройство содержит устройство Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов.

Устройство Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора Е-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора Е-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора Е-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора Е-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Узел удаления тяжёлых компонентов содержит фракционирующую колонну Е-12'. Фракционирующая колонна Е-12' разделена на две части разделительной перегородкой, называемые, соответственно, нижней секцией А и верхней секцией В, при этом верхняя секция В разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации с предусмотренными в них внутрикорпусными элементами. Фракционирующая колонна Е-12' выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху фракционирующей колонны и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкой фазы внизу фракционирующей колонны.

Выпускной трубопровод устройства Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с низом нижней секции А фракционирующей колонны Е-12', а выпускной трубопровод устройства Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с нижней секцией А (как показано на фиг. 1а) или верхней секцией В (как показано на фиг. 1б) фракционирующей колонны Е-12'.

Выпускной трубопровод для закалочного масла, расположенный внизу верхней секции В фракционирующей колонны Е-12', соединяется последовательно с насосом Е-7 закалочного масла и устройством Е-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхней секцией В фракционирующей колонны Е-12', а другая ветвь соединена с выпускным трубопроводом устройства Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья.

Нижняя секция А фракционирующей колонны Е-12' выполнена в конфигурации с распределителем и трубопроводом подачи водяного пара, расположенным в нижней части. Верхняя секция В фракционирующей колонны Е-12' выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами, и разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья Р-10 в реакторе Е-10 крекинга жидкого сырья для получения газа Р-9 крекинга жидкого сырья. Газ Р-9 крекинга жидкого сырья подают в устройство Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и охлаждают до 410°С с целью получения газа Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который смешивают с закалочным маслом Р-2 и дополнительно охлаждают до 280°С, а затем подают в нижнюю секцию А фракционирующей колонны Е-12'.

В нижней секции А фракционирующей колонны Е-12' газ, содержащийся в газе Р-15 крекинга жидкого сырья, смешанном с закалочным маслом, отделяют от жидкости и твёрдых частиц, а отделённое топливное масло Р-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, извлекают в виде отводимого топливного масла Р-14 с жидкими тяжёлыми компонентами при помощи насоса Е-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи нижней части колонны, тогда как отделённая газовая фаза проходит через разделительную перегородку и поступает в верхнюю секцию В фракционирующей колонны Е-12' для дальнейшего охлаждения.

Для получения газа Р-4 крекинга газообразного сырья осуществляют крекинг газообразного сырья Р-1 в реакторе Е-9 крекинга газообразного сырья. Газ Р-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 210°С. Газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в нижнюю секцию А фракционирующей колонны Е-12', соединённую затем с верхней секцией В (как показано на фиг. 1а) или подают в верхнюю секцию В (как показано на фиг. 1б).

Газовую фазу, выделяющуюся из нижней секции А фракционирующей колонны Е-12', и газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают в верхней секции В

фракционирующей колонны E-12', так что некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Снизу верхней секции В извлекают закалочное масло P-23 при помощи насоса E-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве E-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла P-17 после рекуперации тепла используют в качестве закалочного масла P-18, возвращаемого в верхнюю секцию В фракционирующей колонны E-12', а другую часть используют в качестве закалочного масла P-2, смешиваемого с газом P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, и затем подают в нижнюю секцию А фракционирующей колонны E-12'. Несконденсированные компоненты отводят в качестве газовой фазы P-19, отбираемой сверху фракционирующей колонны E-12'. Фракционирующая колонна E-12' выполнена в конфигурации с орошающим потоком P-20 в своей верхней части.

В устройстве E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройстве E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья проводят рекуперацию тепла путём выработки водяного пара, а образующийся водяной пар находится под давлением 11,5 МПа изб.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья представляют собой оборудование для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённое последовательно.

Водяной пар P-25 вводят в нижнюю часть нижней секции А фракционирующей колонны E-12' в качестве отпаривающей среды и предпочтительно водяной пар вводят под давлением на уровне 1,6 МПа изб.

Пример 2.

Пример 2 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 2.

Данное устройство содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Узел удаления тяжёлых компонентов содержит фракционирующую колонну E-12'. Фракционирующая колонна E-12' разделена разделительной перегородкой на две части, называемые, соответственно, нижней секцией А и верхней секцией В. Фракционирующая колонна E-12' выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху фракционирующей колонны и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкой фазы внизу фракционирующей колонны.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с низом нижней секции А фракционирующей колонны E-12', а выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с верхней секцией В фракционирующей колонны E-12'.

Выпускной трубопровод для закалочного масла, обеспеченный внизу верхней секции В фракционирующей колонны E-12', соединяется последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхней секцией В фракционирующей колонны E-12', а другая ветвь соединена с верхом нижней секции А фракционирующей колонны E-12'.

Нижняя секция А фракционирующей колонны E-12' выполнена в конфигурации с распределителем и трубопроводом подачи водяного пара, расположенным в нижней части. Верхняя секция В фракционирующей колонны E-12' выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами и разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья P-10 в реакторе E-10 крекинга жидкого сырья для получения газа P-9 крекинга жидкого сырья. Газ P-9 крекинга жидкого сырья подают в устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и охлаждают до 410°C с целью получения газа P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который подают в низ нижней секции А фракционирующей колонны E-12'.

Газ P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают до 280°C в нижней секции А фракционирующей колонны E-12' путём противоточного контактирования с закалочным маслом P-2, поступающим с верха нижней секции А фракционирующей колонны E-12', а затем осуществляют разделение газа и жидкости. Отделённое топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, извлекают в виде отводимого топливного масла P-14 с жидкими тяжёлыми компонентами при помощи насоса E-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами,

установленного вблизи нижней части колонны, тогда как отделённая газовая фаза проходит через разделительную перегородку и поступает в верхнюю секцию В фракционирующей колонны Е-12' для дальнейшего охлаждения.

Для получения газа Р-4 крекинга газообразного сырья осуществляют крекинг газообразного сырья Р-1 в реакторе Е-9 крекинга газообразного сырья. Газ Р-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 210°C. Газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в верхнюю секцию В фракционирующей колонны Е-12'.

Газовую фазу, выделяющуюся из нижней секции А фракционирующей колонны Е-12', и газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают в верхней секции В фракционирующей колонны Е-12', так что некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Снизу верхней секции В фракционирующей колонны Е-12' извлекают закалочное масло Р-23 при помощи насоса Е-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве Е-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла Р-17 после рекуперации тепла используют в качестве закалочного масла Р-18, возвращаемого в верхнюю секцию В фракционирующей колонны Е-12', а другую часть используют в качестве закалочного масла Р-2, подаваемого в верхнюю часть нижней секции А фракционирующей колонны Е-11. Несконденсированные компоненты отводят в виде газовой фазы Р-19, отбираемой сверху фракционирующей колонны Е-11. Фракционирующая колонна Е-12' выполнена в конфигурации с орошающим потоком Р-20 в своей верхней части.

Настроечные параметры и технологические условия, касающиеся устройства Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, устройства Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и водяного пара Р-25, вводимого в нижнюю часть нижней секции А фракционирующей колонны Е-12', являются такими же, как и описанные в примере 1.

Сравнительный пример 1.

Сравнительный пример 1 осуществляют с использованием традиционного способа и тех же источников сырья, что и использованные в примерах 1 и 2.

Часть газа крекинга газообразного сырья, поступающего из реактора крекинга, охлаждают в закалочном котле до 420°C, смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 275°C, а затем подают в отпарную колонну. Другую часть охлаждают в закалочном котле до 350°C, а затем смешивают с газом крекинга жидкого сырья.

В отпарной колонне проводят разделение газа и жидкости и снизу колонны получают отделённое топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, а отбираемую сверху газовую фазу подают в низ фракционирующей колонны для дополнительного охлаждения.

Газ крекинга жидкого сырья, поступающий из реактора крекинга, охлаждают в закалочном котле до 410°C, смешивают с газом крекинга газообразного сырья при 350°C, а затем смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 200°C перед подачей в фракционирующую колонну.

Фракционирующая колонна исполнена в конфигурации с верхним орошающим потоком.

Охлаждённую смесь газа крекинга жидкого сырья и газовой фазы, отбираемой сверху отпарной колонны, дополнительно охлаждают в фракционирующей колонне, и некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло.

После извлечения при помощи насоса и осуществления рекуперации тепла, часть закалочного масла возвращают в фракционирующую колонну, а другую часть используют в качестве закалочной среды для смешивания с газом крекинга газообразного сырья, охлаждённым до 420°C, а после смешивания затем возвращают в фракционирующую колонну.

В табл. 2 приведены данные, касающиеся вязкости закалочного масла, извлечения тепла из газа крекинга, потребления энергии и эксплуатационных расходов в случае примеров 1 и 2, воплощённых при использовании способа настоящего изобретения, и сравнительного примера 1, выполненного без использования способа настоящего изобретения, при этом все примеры воплощали с использованием одних и тех же источников сырья крекинга.

Таблица 2

Наименование пункта	Пример 1	Пример 2	Сравнительный пример 1
Температура низа фракционирующей колонны (°C)	195,3	195,1	195,0
Вязкость закалочного масла (сП)	0,676	0,679	7,061
Водяной пар сверхвысокого давления (т/ч)	544,3	544,1	524,1
Энергоёмкость установки получения этилена (кг стандартного масла/т этилена)	504,5	504,7	520,0
Годовые эксплуатационные расходы (10000 юань/10000 тонн этилена)	Базовая величина -24,8	Базовая величина -24,4	Базовая величина

Как можно видеть из данных табл. 2, в сравнительном примере 1, осуществлённом с использованием тех же источников сырья крекинга, что и в примерах 1 и 2, количество выработанного водяного пара сверхвысокого давления и вязкость закалочного масла составляют, соответственно, 524,1 т/ч и 7,061 сП, энергоёмкость установки получения этилена составляет 520,0 кг стандартного масла на тонну этилена. С другой стороны, в примерах 1 и 2, осуществлённых при использовании способа настоящего изобретения, количества выработанного водяного пара сверхвысокого давления составляют, соответственно, 544,3 т/ч и 544,1 т/ч, а значения вязкости закалочного масла составляют, соответственно, 0,676 сП и 0,679 сП, величины энергоёмкости установки получения этилена составляют, соответственно, 504,5 и 504,7 кг стандартного масла на тонну этилена, и это означает, что в примерах 1 и 2 реализовано уменьшение годовых эксплуатационных расходов на 248000 юань/10000 тонн этилена и 245000 юань/10000 тонн этилена, соответственно.

Из сравнения приведённых выше данных можно видеть, что традиционный способ включает меньшее количество выработанного водяного пара сверхвысокого давления и более высокую вязкость закалочного масла. В отличие от этого, способ настоящего изобретения приводит к получению большего количества выработанного водяного пара сверхвысокого давления и достижению меньшей вязкости закалочного масла, а также в нём дополнительно реализуется уменьшение энергоёмкости установки получения этилена примерно на 15 кг стандартного масла/тонна этилена и снижение годовых эксплуатационных расходов примерно на 240000 юань/10000 тонн этилена, и это демонстрирует, что способ настоящего изобретения благоприятствует высокоэффективному извлечению тепла из газа крекинга и достижению меньшей вязкости закалочного масла, а также энергосбережению, снижению потребления и стабильной работе установки получения этилена.

Пример 3.

Пример 3 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 3.

Данное устройство содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Узел удаления тяжёлых компонентов содержит колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов и колонну E-12 фракционирования бензина, при этом колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов исполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны удаления тяжёлых компонентов и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкого топливного масла, содержащего тяжёлые компоненты, внизу колонны удаления тяжёлых компонентов и соединена с колонной E-12 фракционирования бензина посредством выпускного трубопровода сверху колонны удаления тяжёлых компонентов.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с колонной E-11 удаления тяжёлых компонентов, а выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной E-12 фракционирования бензина.

Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху и выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу. Выпускной трубопровод для закалочного масла соединён последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединяется с колонной E-12 фракционирования бензина, а другая ветвь соединяется с выпускным трубопроводом устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья.

Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с распределителем и трубопроводом подачи водяного пара, расположенным в нижней части.

Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами и разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

Осуществляют крекинг жидкого сырья P-10 в реакторе E-10 крекинга жидкого сырья для получения газа P-9 крекинга жидкого сырья. Газ P-9 крекинга жидкого сырья охлаждают до 450°C в устройстве E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья с целью получения газа P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который смешивают с закалочным маслом P-2 для дополнительного охлаждения до 282°C, а затем подают в колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов.

В колонне E-11 удаления тяжёлых компонентов газ, содержащийся в газе крекинга жидкого сырья, смешанном с закалочным маслом, отделяют от жидкости и твёрдых частиц. Газовая фаза P-24, отбирае-

мая сверху колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, поступает в колонну E-12 фракционирования бензина для дополнительного охлаждения, а снизу колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов извлекается топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, с целью удаления тяжёлых компонентов из газа крекинга жидкого сырья. Топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами отводят в качестве отводимого топливного масла P-14 с жидкими тяжёлыми компонентами при помощи насоса E-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи нижней части колонны.

Осуществляют крекинг газообразного сырья P-1 в реакторе E-9 крекинга газообразного сырья для получения газа P-4 крекинга газообразного сырья. Газ P-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 213°C, а полученный газ P-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну E-12 фракционирования бензина.

Газовую фазу P-24, отбираемую сверху колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, и газ P-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают в колонне E-12 фракционирования бензина, так что некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Закалочное масло P-23 извлекают снизу колонны фракционирования бензина при помощи насоса E-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве E-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла P-17 после рекуперации тепла используют в качестве закалочного масла P-18, возвращаемого в колонну E-12 фракционирования бензина, а другую часть используют в качестве закалочного масла P-2, смешиваемого с газом P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, а затем подают в колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов. Несконденсированные компоненты отводят в качестве газовой фазы P-19, отбираемой сверху колонны E-12 фракционирования бензина. Фракционирующая колонна E-12 выполнена в конфигурации с орошающим потоком P-20 в своей верхней части.

В устройстве E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройстве E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья проводится рекуперация тепла путём генерирования водяного пара, и образующийся водяной пар находится под давлением 11,5 МПа изб.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья представляют собой устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые последовательно.

Водяной пар P-25 вводят в нижнюю часть колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов в качестве отпаривающей среды, и предпочтительно водяной пар вводят под давлением на уровне 1,6 МПа изб.

Пример 4.

Пример 4 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 4.

Устройство содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Узел удаления тяжёлых компонентов содержит колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов и колонну E-12 фракционирования бензина, при этом колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов исполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны удаления тяжёлых компонентов и выпускным трубопроводом твёрдо-жидкого топливного масла, содержащего тяжёлые компоненты, внизу колонны удаления тяжёлых компонентов и соединена с колонной E-12 фракционирования бензина посредством выпускного трубопровода сверху колонны удаления тяжёлых компонентов.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с нижней частью колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, а выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной E-12 фракционирования бензина.

Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху и выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу. Выпускной трубопровод для закалочного масла соединен последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединяется с колонной E-12 фракционирования бензина, а другая ветвь соединяется с верхней частью колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов.

Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с распределителем и трубопроводом подачи водяного пара, расположенным в нижней части.

Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикор-

пусными элементами и разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья Р-10 в реакторе Е-10 крекинга жидкого сырья для получения газа Р-9 крекинга жидкого сырья. Газ Р-9 крекинга жидкого сырья охлаждают до 450°С в устройстве Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья с целью получения газа Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который затем подают в низ колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов.

Газ Р-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают до 282°С в колонне Е-11 удаления тяжёлых компонентов путём противоточного контактирования с закалочным маслом Р-2, подаваемым наверх колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, а затем осуществляют разделение газа и жидкости. Газовая фаза Р-24, отбираемая сверху колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, поступает в колонну Е-12 фракционирования бензина для дополнительного охлаждения, а снизу колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов извлекается топливное масло Р-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, с целью удаления тяжёлых компонентов из газа крекинга жидкого сырья. Топливное масло Р-13 с жидкими тяжёлыми компонентами отводят в качестве отводимого топливного масла Р-14 с жидкими тяжёлыми компонентами при помощи насоса Е-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи нижней части колонны.

Для получения газа Р-4 крекинга газообразного сырья осуществляют крекинг газообразного сырья Р-1 в реакторе Е-9 крекинга газообразного сырья. Газ Р-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 213°С, а получаемый газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну Е-12 фракционирования бензина.

Газовую фазу Р-24, отбираемую сверху колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, и газ Р-11 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают в колонне Е-12 фракционирования бензина, так что некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Снизу колонны Е-12 фракционирования бензина извлекают закалочное масло Р-23 при помощи насоса Е-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве Е-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла Р-17 после рекуперации тепла используют в качестве закалочного масла Р-18, возвращаемого в колонну Е-12 фракционирования бензина, а другую часть используют в качестве закалочного масла Р-2, подаваемого в верхнюю часть колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов. Несконденсированные компоненты отводят в качестве газовой фазы Р-19, отбираемой сверху колонны Е-12 фракционирования бензина. Колонна Е-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с орошающим потоком Р-20 в своей верхней части.

Настроечные параметры и технологические условия, касающиеся устройства Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, устройства Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и водяного пара Р-25, вводимого в нижнюю часть колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, являются такими же, как и описанные в примере 3.

Сравнительный пример 2.

Сравнительный пример 2 осуществляют с использованием традиционного способа и тех же источников сырья, что и использованные в примерах 3 и 4.

Часть газа крекинга газообразного сырья, поступающего из реактора крекинга, охлаждают в закалочном котле до 420°С, смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 275°С, а затем подают в отпарную колонну. Другую часть охлаждают в закалочном котле до 350°С, а затем смешивают с газом крекинга жидкого сырья.

В отпарной колонне проводят разделение газа и жидкости и снизу колонны получают отделённое топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, а отбираемую сверху газовую фазу подают в низ фракционирующей колонны для дополнительного охлаждения.

Газ крекинга жидкого сырья, поступающий из реактора крекинга, охлаждают в закалочном котле до 410°С, смешивают с газом крекинга газообразного сырья при 350°С, а затем смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 200°С перед подачей в фракционирующую колонну.

Фракционирующая колонна выполнена в конфигурации с верхним орошающим потоком.

Охлаждённую смесь газа крекинга жидкого сырья и газовой фазы, отбираемой сверху отпарной колонны, дополнительно охлаждают в фракционирующей колонне и некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло.

После извлечения при помощи насоса и осуществления рекуперации тепла, часть закалочного масла возвращают в фракционирующую колонну, а другую часть используют в качестве закалочной среды для смешивания с газом крекинга газообразного сырья, охлаждённым до 420°С, а затем возвращают в фракционирующую колонну.

В таблице 3 приведены данные, включающие температуру низа колонны фракционирования бензина, состав и вязкость закалочного масла примеров 3 и 4, воплощённых с использованием способа данного изобретения, и сравнительного примера 2, выполненного без использования способа данного изобре-

тения, при этом все примеры воплощали с использованием одних и тех же источников сырья крекинга.

Таблица 3

Наименование пункта	Пример 3	Пример 4	Сравнительный пример 2
Температура низа колонны фракционирования бензина (°С)	199,6	199,7	195,0
Состав закалочного масла (мол. %)			
Газойль пиролиза (PGO)	94,87	94,79	60,24
Топливное масло пиролиза (PFO)	0,2614	0,2630	36,66
Вязкость закалочного масла (сП)	0,661	0,663	7,061
Циркуляция закалочного масла (т/ч)	5752,9	5752,2	8399,1

Как можно видеть из данных таблицы 3, в сравнительном примере 2, осуществлённом с использованием тех же источников сырья крекинга, что и в примерах 3 и 4, в случае, когда колонна фракционирования бензина имеет температуру низа, равную 195°С, закалочное масло содержит 60,24 мол.% компонентов PGO и 36,66 мол.% компонентов PFO, при этом вязкость закалочного масла составляет 7,061 сП, а скорость циркуляции закалочного масла равна 8399,1 т/ч. С другой стороны, в примерах 3 и 4, осуществлённых при использовании способа настоящего изобретения, в случае, когда колонна фракционирования бензина имеет температуру низа около 200°С, закалочное масло содержит приблизительно 95 мол.% компонентов PGO и меньше 0,3 мол.% компонентов PFO, при этом вязкость закалочного масла составляет, соответственно, 0,661 сП и 0,663 сП, а скорость циркуляции, соответственно, 5752,9 т/ч и 5752,2 т/ч.

Из сравнения приведённых выше данных можно видеть, что, в случае, если способ настоящего изобретения не вводится в применение, закалочное масло имеет более высокую вязкость даже при более низкой температуре низа колонны фракционирования бензина, тогда как при использовании заявляемого в настоящем документе способа может достигаться более высокая температура низа колонны фракционирования бензина и в то же время пониженная вязкость и скорость циркуляции закалочного масла, что имеет большое значение для стабильной работы системы генерирования водяного пара разбавления закалочного масла, а также сокращения капитальных вложений и эксплуатационных расходов установки получения этилена.

Пример 5.

Пример 5 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 5.

Устройство для рекуперации отходящего тепла газа крекинга содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, фракционирующую колонну E-12' и колонну E-16 закалочной воды.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Фракционирующая колонна E-12' разделена разделительной перегородкой на две части, называемые, соответственно, нижней секцией А и верхней секцией В. Фракционирующая колонна E-12' выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху фракционирующей колонны и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкой фазы внизу фракционирующей колонны и соединена с колонной E-16 закалочной воды посредством выпускного трубопровода для газовой фазы наверху фракционирующей колонны. Выпускной трубопровод для закалочного масла расположен внизу верхней секции В фракционирующей колонны E-12' и соединён последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхней секцией В фракционирующей колонны E-12', а другая ветвь соединена с выпускным трубопроводом устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с нижней секцией А фракционирующей колонны E-12'.

Выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной E-16 закалочной воды.

Колонна E-16 закалочной воды выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения тяжёлого масла внизу колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения бензина внизу колонны закалочной воды, выпускным трубопроводом для технологической воды и выпускным трубопроводом для закалочной воды.

Трубопровод для извлечения бензина расположен в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды и соединен с насосом E-5 орошающего бензина, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхом фракционирующей колонны E-12', а другая ветвь соединена с располо-

женным ниже по ходу потока отпарным устройством.

Выпускной трубопровод для закалочной воды соединен с устройством E-15 для рекуперации тепла закалочной воды и первым охладителем E-13 закалочной воды, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена со средней частью колонны E-16 закалочной воды, а другая ветвь соединена со вторым охладителем E-14 закалочной воды, а затем с верхом колонны E-16 закалочной воды.

Нижняя секция А фракционирующей колонны E-12' выполнена в конфигурации с распределителем, а нижняя часть нижней секции А выполнена в конфигурации с трубопроводом подачи водяного пара. Верхняя секция В фракционирующей колонны E-12' выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами и разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья P-10 в реакторе E-10 крекинга жидкого сырья для получения газа P-9 крекинга жидкого сырья. Газ P-9 крекинга жидкого сырья подают в устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и охлаждают до 410°C для получения газа P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который смешивается с закалочным маслом P-2, дополнительно охлаждается до 280°C и затем подается в нижнюю секцию А фракционирующей колонны E-12'.

В нижней секции А фракционирующей колонны E-12' газ, содержащийся в газе крекинга жидкого сырья, смешанном с закалочным маслом, отделяют от жидкости и твёрдых частиц. Отделённое топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, отводят в качестве отводимого топливного масла P-14 с жидкими тяжёлыми компонентами при помощи насоса E-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи низа колонны, в то время как отделённая газовая фаза проходит через разделительную перегородку и поступает в верхнюю секцию В фракционирующей колонны E-12' для дополнительного охлаждения. Некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Внизу верхней секции В фракционирующей колонны E-12' извлекают закалочное масло P-23 при помощи насоса E-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве E-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла P-17 после рекуперации тепла возвращают в верхнюю секцию В фракционирующей колонны E-12', а другую часть используют в качестве закалочного масла P-2, смешиваемого с газом P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, а затем подают в нижнюю секцию А фракционирующей колонны E-12'. Газ P-19 крекинга, отбираемый сверху фракционирующей колонны, подают в колонну E-16 закалочной воды для дополнительного охлаждения.

Для получения газа P-4 крекинга газообразного сырья осуществляют крекинг газообразного сырья P-1 в реакторе E-9 крекинга газообразного сырья. Газ крекинга P-4 газообразного сырья подают в устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 143°C, а получаемый газ P-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну E-16 закалочной воды.

Газовую фазу P-19, отбираемую сверху колонны фракционирования бензина, и газ P-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают путём смешивания с закалочной водой в колонне E-16 закалочной воды. Газ P-29 крекинга, отбираемый сверху колонны закалочной воды, отводят по выпускному трубопроводу вверху колонны закалочной воды, а тяжёлые компоненты конденсируются в бензин, который легче воды, и тяжёлое масло, которое тяжелее воды. Бензин извлекают в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды, нагнетают насосом E-5 орошающего бензина, а затем делят на два потока, причём один поток подают вверх фракционирующей колонны E-12' в качестве орошающего бензина P-20, а другой поток подают в размещённое ниже по ходу потока отпарное устройство. После разделения масла и воды в отстойнике тяжёлое масло извлекают снизу колонны E-16 закалочной воды, а технологическую воду отделяют из низа колонны E-16 закалочной воды и подают в расположенную ниже по ходу потока систему генерирования водяного пара разбавления. Закалочную воду P-26 отделяют из низа колонны E-16 закалочной воды, при этом закалочную воду P-27 после первого охладителя закалочной воды возвращают в середину колонны E-16 закалочной воды, а закалочную воду P-28 после второго охладителя вторичной закалочной воды возвращают вверх колонны E-16 закалочной воды.

В устройстве E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройстве E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья осуществляют рекуперацию тепла путём выработки водяного пара, а образующийся водяной пар находится под давлением 11,5 МПа изб.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья представляют собой устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые последовательно.

Водяной пар P-25 вводят в нижнюю часть нижней секции А фракционирующей колонны E-12' в качестве отпаривающей среды, и его вводят под давлением на уровне 1,6 МПа изб.

Пример 6.

Пример 6 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения те-

пла из газа крекинга, показанной на фиг. 6.

Устройство для рекуперации отходящего тепла газа крекинга содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, фракционирующую колонну E-12' и колонну E-16 закалочной воды.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Фракционирующая колонна E-12' разделена разделительной перегородкой на две части, называемые, соответственно, нижней секцией А и верхней секцией В. Фракционирующая колонна E-12' выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху фракционирующей колонны и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкой фазы внизу фракционирующей колонны и соединена с колонной E-16 закалочной воды посредством выпускного трубопровода для газовой фазы наверху фракционирующей колонны. Выпускной трубопровод для закалочного масла расположен внизу верхней секции В фракционирующей колонны E-12' и соединён последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхней секцией В фракционирующей колонны E-12', а другая ветвь соединена с нижней секцией А фракционирующей колонны E-12'.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с нижней секцией А фракционирующей колонны E-12'.

Выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной E-16 закалочной воды.

Колонна E-16 закалочной воды выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения тяжёлого масла внизу колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения бензина внизу колонны закалочной воды, выпускным трубопроводом для технологической воды и выпускным трубопроводом для закалочной воды.

Трубопровод для извлечения бензина расположен в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды и соединен с насосом E-5 орошающего бензина, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхом фракционирующей колонны E-12', а другая ветвь соединена с расположенным ниже по ходу потока отпарным устройством.

Выпускной трубопровод для закалочной воды соединен с устройством E-15 для рекуперации тепла закалочной воды и первым охладителем E-13 закалочной воды, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена со средней частью колонны E-16 закалочной воды, а другая ветвь соединена со вторым охладителем E-14 закалочной воды, а затем с верхом колонны E-16 закалочной воды.

Нижняя секция А фракционирующей колонны E-12' выполнена в конфигурации с распределителем, а нижняя часть нижней секции А выполнена в конфигурации с трубопроводом подачи водяного пара. Верхняя секция В фракционирующей колонны E-12' выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами и разделена в направлении снизу-вверх на секцию закалочного масла, секцию поддонного масла и секцию ректификации.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья P-10 в реакторе E-10 крекинга жидкого сырья для получения газа P-9 крекинга жидкого сырья. Газ P-9 крекинга жидкого сырья подают в устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и охлаждают до 410°C для получения газа P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который далее подают в нижнюю секцию А фракционирующей колонны E-12'.

Газ P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают до 280°C в нижней секции А фракционирующей колонны E-12' путём противоточного контактирования с закалочным маслом P-2, подаваемым с верха нижней секции А фракционирующей колонны E-12', а затем осуществляют разделение газа и жидкости. Отделённое топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, отводят при помощи насоса E-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи нижней части колонны, в качестве отводимого топливного масла P-14 с жидкими тяжёлыми компонентами, тогда как отделённая газовая фаза проходит через разделительную перегородку и поступает в верхнюю секцию В фракционирующей колонны E-12' для дальнейшего охлаждения. Некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Снизу верхней секции В фракционирующей колонны E-12' извлекают закалочное масло P-23 при помощи насоса E-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве E-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла P-17 после рекуперации тепла возвращают в верхнюю секцию В фракционирующей колонны E-12', а другую часть используют в качестве закалочного масла P-2, подаваемого в нижнюю секцию А фракционирующей колонны E-12'. Газ P-19 крекинга, отбираемый

сверху фракционирующей колонны, подают в колонну E-16 закалочной воды для дополнительного охлаждения.

Для получения газа P-4 крекинга газообразного сырья осуществляют крекинг газообразного сырья P-1 в реакторе E-9 крекинга газообразного сырья. Газ P-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 143°C, а получаемый газ P-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну E-16 закалочной воды.

Газ P-19 крекинга, отбираемый сверху колонны фракционирования бензина, и газ P-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают путём смешивания с закалочной водой в колонне E-16 закалочной воды. Газ P-29 крекинга, отбираемый сверху колонны закалочной воды, отводят по выпускному трубопроводу вверху колонны закалочной воды, а тяжёлые компоненты конденсируются в бензин, который легче воды, и тяжёлое масло, которое тяжелее воды. Бензин извлекают в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды, нагнетают насосом E-5 орошающего бензина, а затем делят на два потока, причём один поток подают наверх фракционирующей колонны E-12' в качестве орошающего бензина P-20, а другой поток подают в расположенное ниже по ходу потока отпарное устройство. После разделения масла и воды в отстойнике тяжёлое масло извлекают внизу колонны E-16 закалочной воды, а технологическую воду отделяют из низа колонны E-16 закалочной воды и подают в расположенную ниже по ходу потока систему генерирования водяного пара разбавления. Закалочную воду P-26 отделяют из низа колонны E-16 закалочной воды, при этом закалочную воду P-27 после первого охладителя закалочной воды возвращают в середину колонны E-16 закалочной воды, а закалочную воду P-28 после второго охладителя закалочной воды возвращают наверх колонны E-16 закалочной воды.

Настроечные параметры и технологические условия, касающиеся устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и водяного пара P-25, вводимого в нижнюю часть нижней секции A фракционирующей колонны E-12', являются такими же, как и описанные в примере 5.

Сравнительный пример 3.

Сравнительный пример 3 осуществляют с использованием традиционного способа и тех же источников сырья, что и использованные в примерах 5 и 6.

Газ крекинга газообразного сырья, поступающий из реактора крекинга, охлаждают в закалочном котле до 420°C, смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 275°C, а затем подают в отпарную колонну.

В отпарной колонне проводят разделение газа и жидкости и снизу колонны получают отделённое топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, а отбираемую сверху газовую фазу подают в низ фракционирующей колонны для дополнительного охлаждения.

Газ крекинга жидкого сырья, поступающий из реактора крекинга, охлаждают в устройстве для рекуперации тепла до температуры 410°C, а затем смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 200°C перед подачей в фракционирующую колонну.

Фракционирующая колонна выполнена в конфигурации с верхним орошающим потоком.

Охлаждённую смесь газа крекинга жидкого сырья и газовой фазы, отбираемой сверху отпарной колонны, дополнительно охлаждают в фракционирующей колонне, в которой некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло, а газовые компоненты подают в колонну закалочной воды для дополнительного охлаждения.

После извлечения при помощи насоса и осуществления рекуперации тепла, часть закалочного масла возвращают в фракционирующую колонну, а другую часть используют в качестве закалочной среды для смешивания с газом крекинга газообразного сырья, охлаждённым до 410°C, а затем возвращают в фракционирующую колонну.

В табл. 4 приведены данные по рекуперации тепла газа крекинга и вязкости закалочного масла примеров 5 и 6, воплощённых с использованием способа данного изобретения, и сравнительного примера 3, выполненного без использования способа данного изобретения, при этом все примеры воплощали с использованием одних и тех же источников сырья крекинга.

Таблица 4

Наименование пункта	Пример 5	Пример 6	Сравнительный пример 3
Температура низа фракционирующей колонны (°С)	195,1	195,2	195,3
Вязкость закалочного масла / (сП)	0,673	0,675	7,066
Объём водяного пара сверхвысокого давления (т/ч)	544,1	543,9	524,0
Энергоёмкость установки получения этилена (кг стандартного масла /т этилена)	504,6	504,7	520,0
Годовые эксплуатационные расходы (10000 юань /10000 тонн этилена)	Базовая величина - 24,7	Базовая величина - 24,4	Базовая величина

Как можно видеть из данных табл. 4, в сравнительном примере 3, осуществлённом с использованием тех же источников сырья крекинга, что и в примерах 5 и 6, количество выработанного водяного пара сверхвысокого давления и вязкость закалочного масла составляют, соответственно, 524,0 т/ч и 7,066 сП, энергоёмкость установки получения этилена составляет 520,0 кг стандартного масла на тонну этилена. С другой стороны, в примерах 5 и 6, воплощённых с использованием способа данного изобретения, количества образующегося водяного пара сверхвысокого давления составляют, соответственно, 544,1 т/ч и 543,9 т/ч, а значения вязкости закалочного масла составляют, соответственно, 0,673 сП и 0,675 сП, величины энергоёмкости установки получения этилена составляют, соответственно, 504,6 и 504,7 кг стандартного масла на тонну этилена, и это означает, что в примерах 5 и 6 реализовано уменьшение годовых эксплуатационных расходов на 247000 юань/10000 тонн этилена и 244000 юань/10000 тонн этилена, соответственно.

Из сравнения приведённых выше данных можно видеть, что традиционный процесс, воплощаемый без использования способа настоящего изобретения, включает меньшее количество выработанного водяного пара сверхвысокого давления и более высокую вязкость закалочного масла. В отличие от этого, способ настоящего изобретения приводит к получению большего количества выработанного водяного пара сверхвысокого давления и достижению меньшей вязкости закалочного масла, а также в нём дополнительно реализуется уменьшение энергоёмкости установки получения этилена примерно на 15 кг стандартного масла/тонн этилена и снижение годовых эксплуатационных расходов примерно на 240000 юань/10000 тонн этилена, и это демонстрирует, что способ настоящего изобретения благоприятствует высокоэффективному извлечению тепла из газа крекинга и достижению меньшей вязкости закалочного масла, а также энергосбережению, снижению потребления и стабильной работе установки получения этилена.

Пример 7.

Пример 7 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 7.

Данное устройство содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов, колонну E-12 фракционирования бензина и колонну E-16 закалочной воды.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а выпускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а выпускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны удаления тяжёлых компонентов и выпускным трубопроводом для твёрдого жидкого топливного масла, содержащего тяжёлые компоненты, внизу колонны удаления тяжёлых компонентов, и соединена с колонной E-12 фракционирования бензина посредством выпускного трубопровода сверху колонны удаления тяжёлых компонентов.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с колонной E-11 удаления тяжёлых компонентов, а выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной E-16 закалочной воды.

Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху и выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу, при этом выпускной трубопровод для газовой фазы сверху соединяет колонну E-12 фракционирования бензина с колонной E-16 закалочной воды, а выпускной трубопровод для закалочного масла соединен последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединяется с колонной E-12 фракционирования бензина, а другая ветвь соединяется с выпускным трубопроводом устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья.

Колонна E-16 закалочной воды выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения тяжёлого масла внизу колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения бензина внизу колонны закалочной воды, выпускным трубопроводом для технологической воды и выпускным трубопроводом для закалочной воды.

Трубопровод для извлечения бензина расположен в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды и соединен с насосом E-5 орошающего бензина, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхом колонны E-12 фракционирования бензина, а другая ветвь соединена с расположенным ниже по ходу потока отпарным устройством.

Выпускной трубопровод для закалочной воды соединен с устройством E-15 для рекуперации тепла закалочной воды и первым охладителем E-13 закалочной воды, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена со средней частью колонны E-16 закалочной воды, а другая ветвь соединена со вторым охладителем E-14 закалочной воды, а затем с верхом колонны E-16 закалочной воды.

Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с распределителем, при этом трубопровод подачи водяного пара расположен в нижней части. Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья P-10 в реакторе E-10 крекинга жидкого сырья для получения газа P-9 крекинга жидкого сырья. Газ P-9 крекинга жидкого сырья подают в устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и охлаждают до 410°C для получения газа P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который смешивают с закалочным маслом P-2 для дополнительного охлаждения до 280°C, а затем подают в колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов.

В колонне E-11 удаления тяжёлых компонентов газ, содержащийся в газе P-15 крекинга жидкого сырья, смешанном с закалочным маслом, отделяют от жидкости и твёрдых частиц и снизу колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов извлекают отделённое топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, в качестве отводимого топливного масла P-14 с жидкими тяжёлыми компонентами при помощи насоса E-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи нижней части колонны, тогда как отделённая газовая фаза поступает в колонну E-12 фракционирования бензина для дополнительного охлаждения. Некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Закалочное масло P-23 извлекают снизу колонны E-12 фракционирования бензина при помощи насоса E-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве E-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла P-17 после рекуперации тепла возвращают в колонну E-12 фракционирования бензина, а другую часть используют в качестве закалочного масла P-2, смешиваемого с газом P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, а затем подают в колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов.

Газообразное сырьё P-1 подвергают крекингу в реакторе E-9 крекинга газообразного сырья для получения газа P-4 крекинга газообразного сырья. Газ P-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 143°C и получаемый газ P-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну E-16 закалочной воды.

Газ P-19 крекинга, отбираемый сверху колонны фракционирования бензина, и газ P-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают путём смешивания с закалочной водой в колонне E-16 закалочной воды. Газ P-29 крекинга, отбираемый сверху колонны закалочной воды, отводят по выпускному трубопроводу вверху колонны закалочной воды, а тяжёлые компоненты конденсируются в бензин, который легче воды, и тяжёлое масло, которое тяжелее воды. Бензин извлекают в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды, нагнетают насосом E-5 орошающего бензина, а затем делят на два потока, причём один поток подают наверх колонны E-12 фракционирования бензина в качестве орошающего бензина P-20, а другой поток подают в расположенное ниже по ходу потока отпарное устройство. После разделения масла и воды в отстойнике тяжёлое масло извлекают снизу колонны E-16 закалочной воды, а технологическую воду отделяют из низа колонны E-16 закалочной воды и подают в расположенную ниже по ходу потока систему генерирования водяного пара разбавления. Закалочную воду P-26 отделяют из низа колонны E-16 закалочной воды, при этом закалочную воду после первого охладителя закалочной воды P-27 возвращают в середину колонны E-16 закалочной воды, а закалочную воду после второго охладителя закалочной воды P-28 возвращают наверх колонны E-16 закалочной воды.

В устройстве E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройстве E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья осуществляют рекуперацию тепла путём выработки водяного пара, а образующийся водяной пар находится под давлением 11,5 МПа изб.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья представляют собой устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые последовательно.

Водяной пар P-25 вводят в нижнюю часть колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов в качестве

отпаривающей среды под давлением на уровне 1,6 МПа изб.

Пример 8.

Пример 8 осуществляют с использованием устройства и технологической схемы для извлечения тепла из газа крекинга, показанной на фиг. 8.

Данное устройство содержит устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, колонну E-11 удаления тяжёлых компонентов, колонну E-12 фракционирования бензина и колонну E-16 закалочной воды.

Устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-10 крекинга жидкого сырья, а впускное отверстие реактора E-10 крекинга жидкого сырья соединено с трубопроводом для жидкого сырья.

Устройство E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора E-9 крекинга газообразного сырья, а впускное отверстие реактора E-9 крекинга газообразного сырья соединено с трубопроводом для газообразного сырья.

Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом вверху колонны удаления тяжёлых компонентов и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкого топливного масла с тяжёлыми компонентами внизу колонны удаления тяжёлых компонентов. Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов соединена с колонной E-12 фракционирования бензина посредством выпускного трубопровода наверху колонны удаления тяжёлых компонентов.

Выпускной трубопровод устройства E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с низом колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, а выпускной трубопровод устройства E-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной E-16 закалочной воды.

Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху и выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу, при этом выпускной трубопровод для газовой фазы, расположенный наверху, соединяет колонну E-12 фракционирования бензина с колонной E-16 закалочной воды, а выпускной трубопровод для закалочного масла соединен последовательно с насосом E-7 закалочного масла и устройством E-8 для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с колонной E-12 фракционирования бензина, а другая ветвь соединена с верхом колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов.

Колонна E-16 закалочной воды выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом вверху колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения тяжёлого масла внизу колонны закалочной воды, трубопроводом для извлечения бензина внизу колонны закалочной воды, выпускным трубопроводом для технологической воды и выпускным трубопроводом для закалочной воды.

Трубопровод для извлечения бензина расположен в более высоком положении внизу колонны E-16 закалочной воды и соединен с насосом E-5 орошающего бензина, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена с верхом колонны E-12 фракционирования бензина, а другая ветвь соединена с расположенным ниже по ходу потока отпарным устройством.

Выпускной трубопровод для закалочной воды соединен с устройством E-15 для рекуперации тепла закалочной воды и первым охладителем E-13 закалочной воды, а затем делится на две ветви, при этом одна ветвь соединена со средней частью колонны E-16 закалочной воды, а другая ветвь соединена со вторым охладителем E-14 закалочной воды, а затем с верхом колонны E-16 закалочной воды.

Колонна E-11 удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с распределителем, при этом трубопровод подачи водяного пара расположен в нижней части. Колонна E-12 фракционирования бензина выполнена в конфигурации с тарелочными внутрикорпусными элементами.

Способ рекуперации тепла газа крекинга, воплощаемый с использованием описанного выше устройства, излагается следующим образом:

осуществляют крекинг жидкого сырья P-10 в реакторе E-10 крекинга жидкого сырья для получения газа P-9 крекинга жидкого сырья. Газ P-9 крекинга жидкого сырья подают в устройство E-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и охлаждают до 410°C для получения газа P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который подают в низ колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов.

В колонне E-11 удаления тяжёлых компонентов газ P-12 крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают до 280°C путём противоточного контактирования с закалочным маслом P-2, подаваемым с верха колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, а затем осуществляют разделение газа и жидкости. Отделённое топливное масло P-13 с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, отводят при помощи насоса E-6 топливного масла с жидкими тяжёлыми компонентами, установленного вблизи нижней части колонны, в качестве отводимого топливного масла P-14 с жидкими тяжёлыми компонентами, тогда как отделённую газовую фазу, отбираемую сверху колонны E-11 удаления тяжёлых компонентов, подают в колонну E-12 фракционирования бензина для дополнительного охлаждения. Некоторые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло. Снизу колонны E-12 фракционирования бензина извлекают закалочное масло P-23 при помощи насоса E-7 закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве E-8 для рекуперации тепла закалочного масла. Часть закалочного масла P-17 после рекуперации тепла возвращают в колонну E-12 фракцио-

нирования бензина, а другую часть используют в качестве закалочного масла Р-2, подаваемого наверх колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов.

Для получения газа Р-4 крекинга газообразного сырья осуществляют крекинг газообразного сырья Р-1 в реакторе Е-9 крекинга газообразного сырья. Газ Р-4 крекинга газообразного сырья подают в устройство Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья с целью охлаждения до 143°C, а получаемый газ Р-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну Е-16 закалочной воды.

Газ Р-19 крекинга, отбираемый сверху колонны фракционирования бензина, и газ Р-6 крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждают путём смешивания с закалочной водой в колонне Е-16 закалочной воды. Газ Р-29 крекинга, отбираемый сверху колонны закалочной воды, отводят по выпускному трубопроводу вверху колонны закалочной воды, а тяжёлые компоненты конденсируются в бензин, который легче воды, и тяжёлое масло, которое тяжелее воды. Бензин извлекают в более высоком положении внизу колонны Е-16 закалочной воды, нагнетают насосом Е-5 орошающего бензина, а затем делят на два потока, причём один поток подают наверх колонны Е-12 фракционирования бензина в качестве орошающего бензина Р-20, а другой поток подают в расположенное ниже по ходу потока отпарное устройство. После разделения масла и воды в отстойнике тяжёлое масло извлекают внизу колонны Е-16 закалочной воды, а технологическую воду отделяют из низа колонны Е-16 закалочной воды и подают в расположенную ниже по ходу потока систему генерирования водяного пара разбавления. Закалочную воду Р-26 отделяют из низа колонны Е-16 закалочной воды, при этом закалочную воду Р-27 после первого охладителя закалочной воды возвращают в середину колонны Е-16 закалочной воды, а закалочную воду Р-28 после второго охладителя закалочной воды возвращают наверх колонны Е-16 закалочной воды.

Настроечные параметры и технологические условия, касающиеся устройства Е-1 для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья, устройства Е-3 для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья и водяного пара Р-25, вводимого в нижнюю часть колонны Е-11 удаления тяжёлых компонентов, являются такими же, как и описанные в примере 7.

Сравнительный пример 4.

Сравнительный пример 4 осуществляют с использованием традиционного способа и тех же источников сырья, что и использованные в примерах 7 и 8.

Газ крекинга газообразного сырья, поступающий из реактора крекинга, охлаждают в закалочном котле до 420°C, смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 275°C, а затем подают в отпарную колонну.

В отпарной колонне проводят разделение газа и жидкости и снизу колонны получают отделённое топливное масло с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, а отбираемую сверху газовую фазу подают в низ фракционирующей колонны для дополнительного охлаждения.

Газ крекинга жидкого сырья, поступающий из реактора крекинга, охлаждают в устройстве для рекуперации тепла до температуры 410°C, а затем смешивают с закалочным маслом для дополнительного охлаждения до 200°C перед подачей в фракционирующую колонну.

Фракционирующая колонна выполнена в конфигурации с верхним орошающим потоком.

Охлаждённую смесь газа крекинга жидкого сырья и газовой фазы, отбираемой сверху отпарной колонны, дополнительно охлаждают в фракционирующей колонне, в которой определённые компоненты конденсируются в жидкое закалочное масло, а газовые компоненты подаются в колонну закалочной воды для дополнительного охлаждения.

После извлечения при помощи насоса и осуществления рекуперации тепла, часть закалочного масла возвращают в фракционирующую колонну, а другую часть используют в качестве закалочной среды для смешивания с газом крекинга газообразного сырья, охлаждённым до 410°C, а затем возвращают в фракционирующую колонну.

В таблице 5 приведены данные, включающие вязкость закалочного масла и диаметр колонны закалочного масла в случае примеров 7 и 8, воплощённых с использованием способа данного изобретения, и сравнительного примера 4, выполненного без использования способа данного изобретения, при этом все примеры воплощали с использованием одних и тех же источников сырья крекинга.

Таблица 5

Наименование пункта	Пример 7	Пример 8	Сравнительный пример 4
Температура низа колонны фракционирования бензина (°C)	195,4	195,3	195,3
Вязкость закалочного масла (сП)	0,680	0,677	7,066
Диаметр колонны закалочного масла (м)	12,5	12,5	13,8
Сбережённые производственные затраты (10000 юань)	Базовая величина - 435,2	Базовая величина - 435,2	Базовая величина

Как можно видеть из данных табл. 5, в сравнительном примере 4, осуществлённом с использовани-

ем тех же источников сырья крекинга, что и в примерах 7 и 8, диаметр колонны закалочного масла составляет 13,8 м, а вязкость закалочного масла составляет 7,066 сП. С другой стороны, в примерах 7 и 8, воплощённых с использованием способа данного изобретения, обе колонны закалочного масла имеют диаметр 12,5 м (что подразумевает экономию около 4,352 миллиона юаней на затратах по изготовлению колонны закалочного масла), а значения вязкости закалочного масла равны, соответственно, 0,680 сП и 0,677 сП.

Из сравнения приведённых выше данных можно видеть, что традиционный процесс, воплощаемый без использования способа настоящего изобретения, включает больший диаметр колонны закалочного масла и более высокую вязкость закалочного масла. В отличие от этого, в способе настоящего изобретения, диаметр колонны закалочного масла может быть уменьшен на 1,3 м. Диаметр, уменьшенный до 12,5 м, удовлетворяет требованиям транспортировки, а затраты на изготовление могут снижаться на 4,352 миллиона юаней (за исключением транспортных расходов), и вместе с тем, ниже вязкость закалочного масла. Приведённые выше данные показывают, что при помощи способа настоящего изобретения можно эффективно уменьшать диаметр колонны закалочного масла и понижать вязкость закалочного масла, что способствует безопасности и стабильности работы установки получения этилена, а также снижению затрат на изготовление и транспортировку крупногабаритного оборудования.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга, отличающееся тем, что оно содержит устройство (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, устройство (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов, при этом

устройство (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединено с выпускным отверстием реактора (E-10) крекинга жидкого сырья;

устройство (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединено с выпускным отверстием реактора (E-9) крекинга газообразного сырья;

узел удаления тяжёлых компонентов содержит по меньшей мере первую часть для удаления коллоидных частиц, асфальтенов и твёрдых частиц кокса, и вторую часть для удаления промежуточных компонентов, кипящих выше 205°C, путём фракционирования; выпускной трубопровод устройства (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с первой частью узла удаления тяжёлых компонентов, а выпускной трубопровод устройства (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с узлом удаления тяжёлых компонентов;

вторая часть узла удаления тяжёлых компонентов снабжена внизу выпускным трубопроводом для закалочного масла, который соединен последовательно с насосом (E-7) закалочного масла и устройством (E-8) для рекуперации тепла закалочного масла, а затем делится на две ветви, при этом первая ветвь соединена со второй частью узла удаления тяжёлых компонентов, а вторая ветвь соединена с выпускным трубопроводом устройства (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья или с первой частью узла удаления тяжёлых компонентов.

2. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.1, в котором

узел удаления тяжёлых компонентов содержит колонну (E-11) удаления тяжёлых компонентов и колонну (E-12) фракционирования бензина; при этом колонна (E-11) удаления тяжёлых компонентов образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а колонна (E-12) фракционирования бензина образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов; колонна (E-11) удаления тяжёлых компонентов выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху и выпускным трубопроводом для топливного масла, содержащего твёрдо-жидкие тяжёлые компоненты, внизу; колонна (E-11) удаления тяжёлых компонентов соединена с колонной (E-12) фракционирования бензина посредством выпускного трубопровода наверху колонны удаления тяжёлых компонентов;

выпускной трубопровод для закалочного масла расположен внизу колонны (E-12) фракционирования бензина, а выпускной трубопровод для газовой фазы расположен наверху колонны (E-12) фракционирования бензина.

3. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.1, в котором

узел удаления тяжёлых компонентов содержит фракционирующую колонну (E-12'), которая разделена разделительной перегородкой на верхнюю часть и нижнюю часть, сообщающиеся по газу, называемые, соответственно, нижней секцией (A) и верхней секцией (B), при этом нижняя секция (A) образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а верхняя секция (B) образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов; фракционирующая колонна (E-12') выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для газовой фазы наверху и выпускным трубопроводом для твёрдо-жидкой фазы внизу;

верхняя секция (B) фракционирующей колонны (E-12') выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом для закалочного масла внизу.

4. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по любому из пп.1-3, в котором

в первой части узла удаления тяжёлых компонентов коллоидные частицы, асфальтены и твёрдые

частицы кокса удаляются при помощи однократного испарения или циклонного разделения.

5. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.2 или 3, в котором узел удаления тяжёлых компонентов дополнительно содержит колонну (E-16) закалочной воды, которая образует третью часть узла удаления тяжёлых компонентов; выпускной трубопровод устройства (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной (E-16) закалочной воды; выпускной трубопровод для газовой фазы наверху колонны (E-12) фракционирования бензина или фракционирующей колонны (E-12') соединен с колонной (E-16) закалочной воды; колонна (E-16) закалочной воды выполнена в конфигурации с выпускным трубопроводом наверху колонны, а также трубопроводом для извлечения тяжёлого масла и трубопроводом для извлечения бензина внизу колонны.

6. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.5, в котором трубопровод для извлечения бензина расположен в более высоком положении внизу колонны (E-16) закалочной воды и после соединения с насосом (E-5) орошающего бензина делится на две ветви, соединённые, соответственно, с верхом второй части узла удаления тяжёлого масла и расположенным ниже по ходу потока отпарным устройством;

колонна (E-16) закалочной воды выполнена в конфигурации дополнительно с выпускным трубопроводом для технологической воды и выпускным трубопроводом для закалочной воды, который соединен с по меньшей мере одноступенчатым устройством для рекуперации тепла и с по меньшей мере одноступенчатым охладителем закалочной воды, а затем соединён, соответственно, с верхней и средней частями колонны (E-16) закалочной воды.

7. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.2, в котором выпускной трубопровод устройства (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с колонной (E-12) фракционирования бензина.

8. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.3, в котором выпускной трубопровод устройства (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья соединен с нижней секцией (A) или верхней секцией (B) фракционирующей колонны (E-12').

9. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по любому из предшествующих пп., в котором вторая ветвь соединена с выпускным трубопроводом устройства (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, так что закалочное масло и выпускной поток устройства (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья смешиваются в трубопроводе.

10. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.2, 5 или 7, в котором вторая ветвь соединена с верхней частью колонны (E-11) удаления тяжёлых компонентов; выпускной трубопровод устройства (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с нижней частью колонны (E-11) удаления тяжёлых компонентов.

11. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по п.3, 5 или 8, в котором вторая ветвь соединена с верхом нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12'); выпускной трубопровод устройства (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья соединен с низом нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12').

12. Устройство для рекуперации тепла газа крекинга по любому из предшествующих пп., в котором устройство для удаления кокса расположено в трубопроводе, соединяющем устройство (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и узел удаления тяжёлых компонентов, причем указанное устройство для удаления кокса представляет собой по меньшей мере один элемент из группы, состоящей из барабана для удаления кокса, одиночного циклонного сепаратора и множества циклонных сепараторов.

13. Способ рекуперации тепла газа крекинга, отличающийся тем, что он включает следующее: охлаждают газ (P-9) крекинга жидкого сырья, полученный в реакторе (E-10) крекинга жидкого сырья, до температуры T1 в устройстве (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, с целью получения газа (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла, который затем подают в первую часть узла удаления тяжёлых компонентов для удаления коллоидных частиц, асфальтенов и твёрдых частиц кокса; до или после подачи в первую часть узла удаления тяжёлых компонентов дополнительно охлаждают газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла до температуры T2 путём смешивания с закалочным маслом;

подают газовую фазу из первой части узла удаления тяжёлых компонентов во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов с целью удаления промежуточных компонентов, кипящих выше 205°C, путём фракционирования, и извлекают топливное масло (P-13) с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, из первой части узла удаления тяжёлых компонентов с целью удаления тяжёлых компонентов из газа крекинга жидкого сырья;

охлаждают газ (P-4) крекинга газообразного сырья, полученный в реакторе (E-9) крекинга газообразного сырья, до температуры T3 в устройстве (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и подают полученный газ (P-6, P-11) крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла в узел удаления тяжёлых компонентов;

дополнительно охлаждают отбираемую сверху газовую фазу из первой части узла удаления тяжёлых компонентов и газ (P-6, P-11) крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла во второй части узла удаления тяжёлых компонентов, при этом определённые компоненты конденсируются в жидкое

закалочное масло, и извлекают закалочное масло (P-23) внизу второй части узла удаления тяжёлых компонентов при помощи насоса (E-7) закалочного масла и осуществляют рекуперацию тепла в устройстве (E-8) для рекуперации тепла закалочного масла; закалочное масло (P-17) после рекуперации тепла делят на два потока, при этом первый поток (P-18) закалочного масла возвращают во вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а второй поток (P-2) закалочного масла смешивают с газом (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла; несконденсированные компоненты представляют собой газовую фазу (P-19), отбираемую сверху второй части узла удаления тяжёлых компонентов.

14. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.13, в котором

узел удаления тяжёлых компонентов содержит колонну (E-11) удаления тяжёлых компонентов и колонну (E-12) фракционирования бензина, при этом колонна (E-11) удаления тяжёлых компонентов образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а колонна (E-12) фракционирования бензина образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов; газовую фазу, отбираемую сверху колонны (E-11) удаления тяжёлых компонентов, подают в колонну (E-12) фракционирования бензина для дополнительного охлаждения, а топливное масло (P-13) с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, извлекают снизу колонны (E-11) удаления тяжёлых компонентов.

15. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.13, в котором

узел удаления тяжёлых компонентов содержит фракционирующую колонну (E-12'), которая разделена разделительной перегородкой на верхнюю часть и нижнюю часть, сообщающиеся по газу, называемые, соответственно, нижней секцией (A) и верхней секцией (B), при этом нижняя секция (A) образует первую часть узла удаления тяжёлых компонентов, а верхняя секция (B) образует вторую часть узла удаления тяжёлых компонентов; газовая фаза, выделяющаяся из нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12'), проходит через разделительную перегородку и поступает в верхнюю секцию (B) фракционирующей колонны (E-12') для дополнительного охлаждения, а топливное масло (P-13) с жидкими тяжёлыми компонентами, переносящее твёрдые частицы, извлекают внизу нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12').

16. Способ рекуперации тепла газа крекинга по любому из пп.13-15, в котором

в первой части узла удаления тяжёлых компонентов коллоидные частицы, асфальтены и твёрдые частицы кокса удаляют при помощи однократного испарения или циклонного разделения.

17. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.14 или 15, в котором

газ (P-6) крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну (E-16) закалочной воды, которая образует третью часть узла удаления тяжёлых компонентов;

газовую фазу (P-19), отбираемую сверху второй части узла удаления тяжёлых компонентов, и газ (P-6) крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла смешивают и дополнительно охлаждают закалочной водой в колонне (E-16) закалочной воды, при этом лёгкие компоненты отводятся с верха колонны, а тяжёлые компоненты конденсируются в бензин, который легче воды, и тяжёлое масло, которое тяжелее воды.

18. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.17, в котором

бензин извлекают в более высоком положении внизу колонны (E-16) закалочной воды, нагнетают насосом (E-5) орошающего бензина, а затем делят на два потока, подаваемые, соответственно, наверх второй части узла удаления тяжёлых компонентов в качестве орошающего бензина (P-20) и в расположенное ниже по ходу потока отпарное устройство;

тяжёлое масло извлекают после разделения масла и воды в отстойнике снизу колонны (E-16) закалочной воды;

технологическую воду отделяют из низа колонны (E-16) закалочной воды и подают в расположенную ниже по ходу потока систему генерирования водяного пара разбавления;

закалочную воду (P-26) отделяют из низа колонны (E-16) закалочной воды и после многоступенчатой рекуперации тепла возвращают в верхнюю и среднюю части колонны (E-16) закалочной воды.

19. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.14, в котором

газ (P-11) крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают в колонну (E-12) фракционирования бензина.

20. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.15, в котором

газ (P-11) крекинга газообразного сырья после рекуперации тепла подают непосредственно в верхнюю секцию (B) фракционирующей колонны (E-12') или сначала подают в нижнюю секцию (A) фракционирующей колонны (E-12'), а затем в верхнюю секцию (B) через разделительную перегородку.

21. Способ рекуперации тепла газа крекинга по любому из пп.13-20, в котором

смешивание второго потока (P-2) закалочного масла с газом (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла происходит в трубопроводе.

22. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.14 или 17, в котором

газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла подают в низ колонны (E-11) удаления тяжёлых компонентов, а второй поток (P-2) закалочного масла подают наверх колонны (E-11) удаления тяжёлых компонентов; при этом газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла находится в противоточном контакте со вторым потоком (P-2) закалочного масла в колонне (E-11) удаления тяжёлых

компонентов, так что газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла охлаждается до температуры T2, а затем подаётся в низ колонны (E-12) фракционирования бензина.

23. Способ рекуперации тепла газа крекинга по п.15 или 17, в котором

газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла подают в низ нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12'), а второй поток (P-2) закалочного масла подают наверх нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12'); при этом газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла находится в противоточном контакте со вторым потоком (P-2) закалочного масла в нижней секции (A) фракционирующей колонны (E-12'), так что газ (P-12) крекинга жидкого сырья после рекуперации тепла дополнительно охлаждается до температуры T2, а затем подаётся в низ верхней секции (B) фракционирующей колонны (E-11).

24. Способ рекуперации тепла газа крекинга по любому из пп.13-23, в котором

температуру T1 регулируют так, чтобы она находилась не ниже точки росы, предпочтительно диапазон температуры T1 составляет 300-500°C;

температуру T2 регулируют на уровне 200-350°C, предпочтительно 250-280°C;

температуру T3 регулируют так, чтобы она находилась не ниже точки росы, предпочтительно диапазон температуры T3 составляет 160-240°C.

25. Способ рекуперации тепла газа крекинга по любому из пп.13-24, в котором

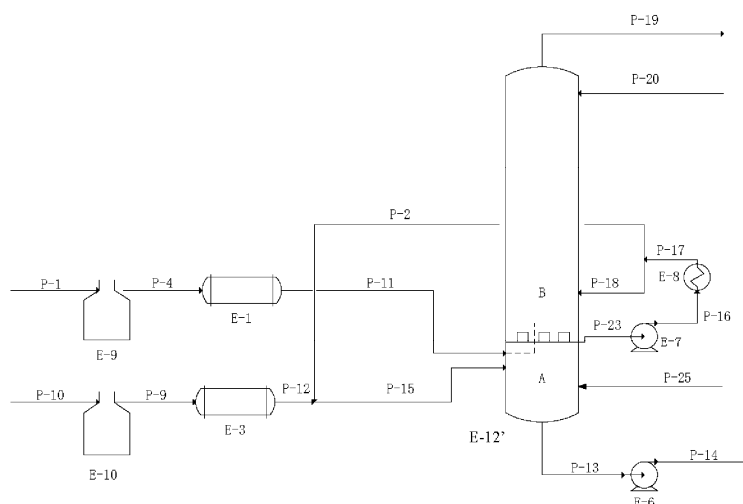
в устройстве (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройстве (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья проводят рекуперацию тепла путём выработки водяного пара, при этом образующийся водяной пар имеет давление в диапазоне 3,5-13,0 МПа изб., предпочтительно 10,0-12,0 МПа изб.;

устройство (E-1) для рекуперации тепла газа крекинга газообразного сырья и устройство (E-3) для рекуперации тепла газа крекинга жидкого сырья, каждое из них независимо, представляют собой устройство для одноступенчатой рекуперации тепла, устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые последовательно, или устройства для многоступенчатой рекуперации тепла, размещённые параллельно.

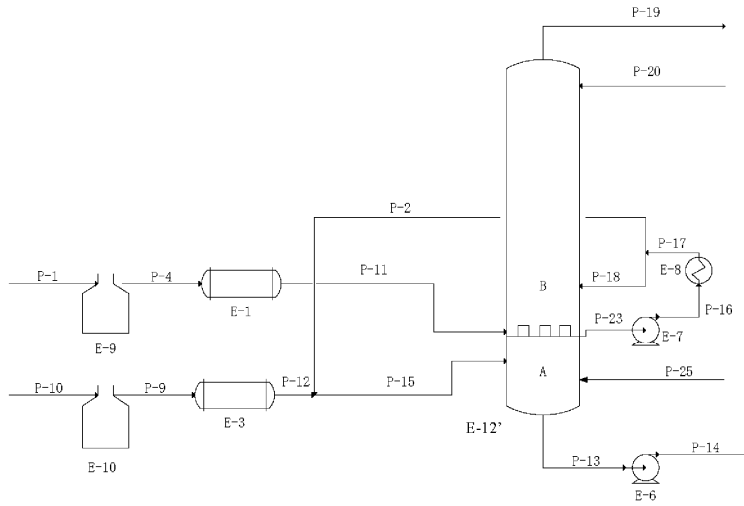
26. Способ рекуперации тепла газа крекинга по любому из пп.13-25, в котором

газ (P-9) крекинга жидкого сырья получен в результате осуществления крекинга жидкого сырья (P-10) в реакторе (E-10) крекинга жидкого сырья, при этом жидкое сырьё (P-10) выбрано из одного или более источников сырья: C₅ и выше лёгких углеводородов, нефти, газойля и гидрированной хвостовой фракции нефти;

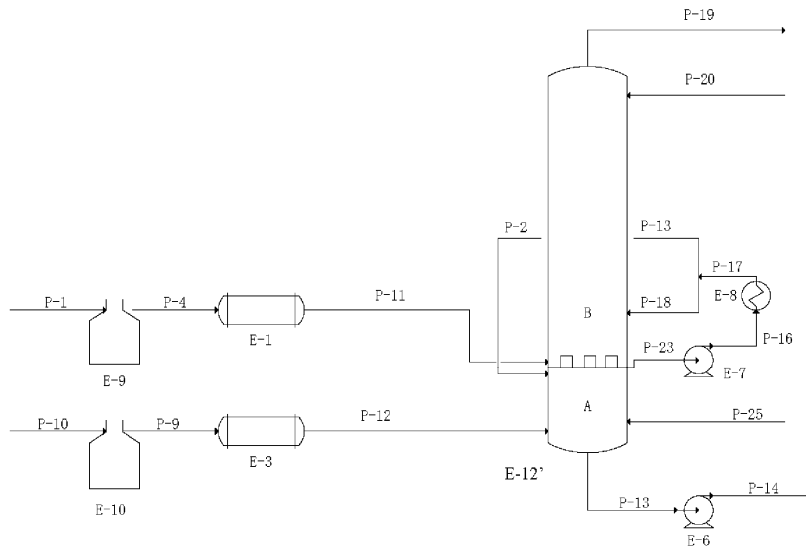
газ (P-4) крекинга газообразного сырья получен в результате осуществления крекинга газообразного сырья (P-1) в реакторе (E-9) крекинга газообразного сырья, при этом газообразное сырьё (P-1) выбрано из одного или более источников сырья: этана, пропана, бутана, сухого нефтезаводского газа и сжиженного нефтяного газа (СНГ).



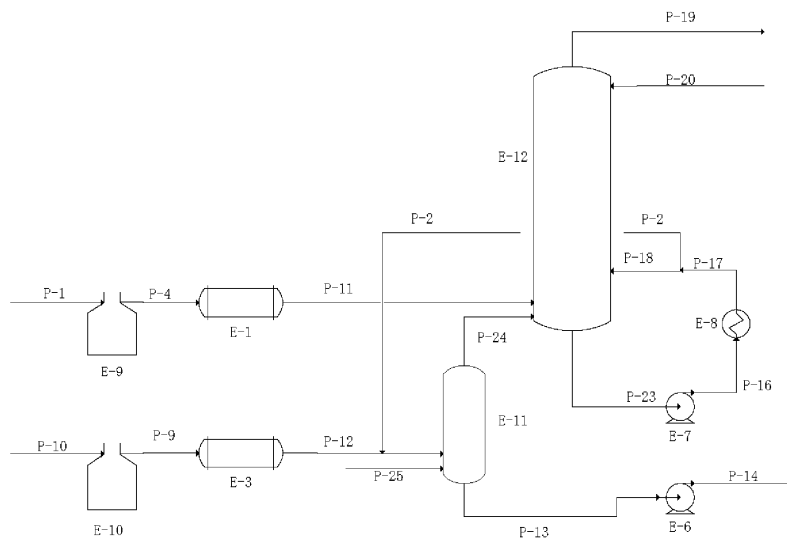
Фиг. 1а



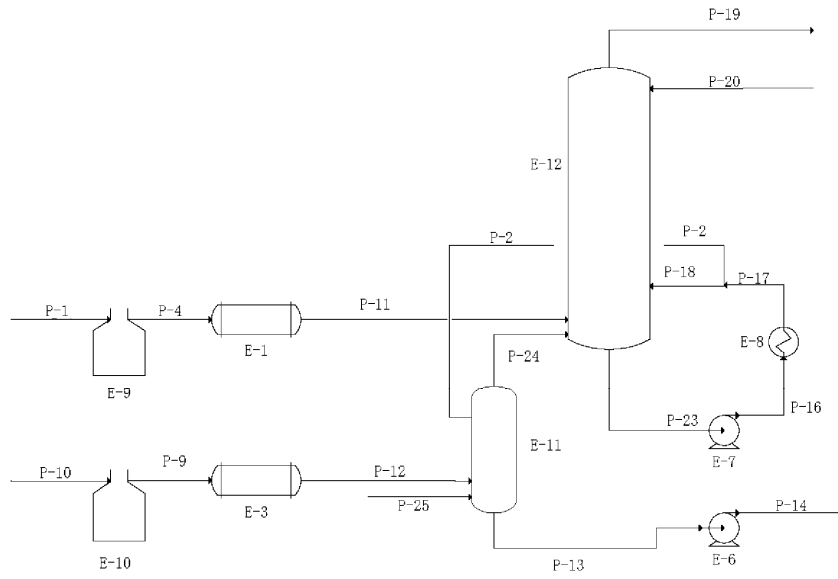
Фиг. 1б



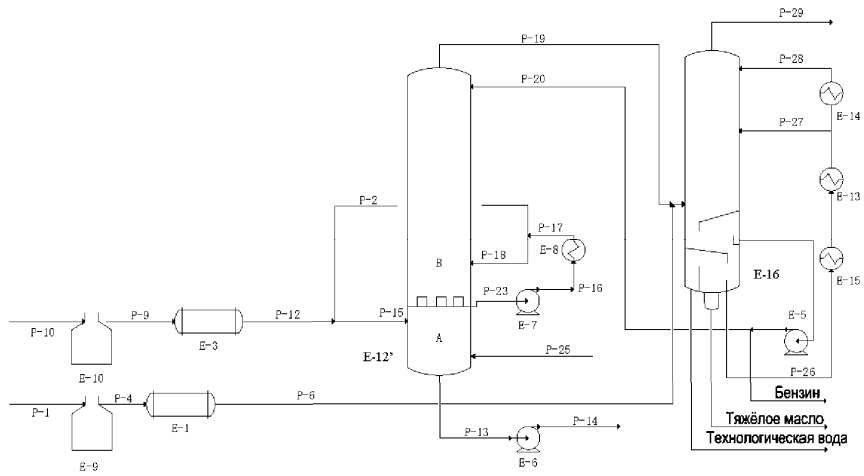
Фиг. 2



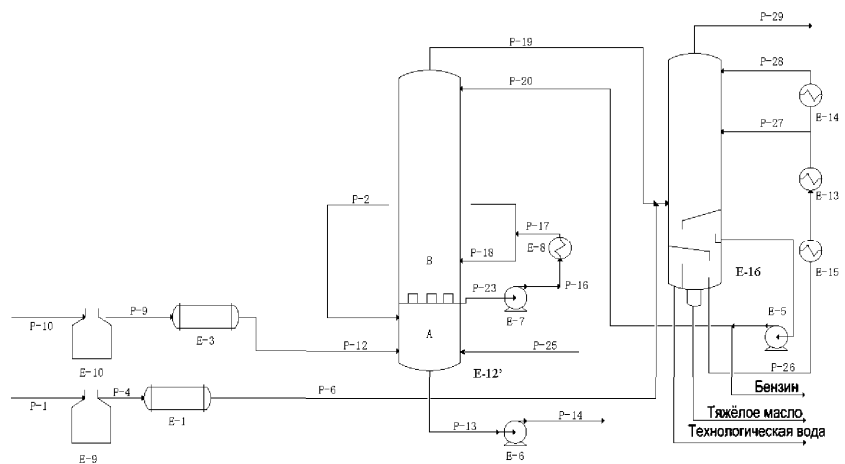
Фиг. 3



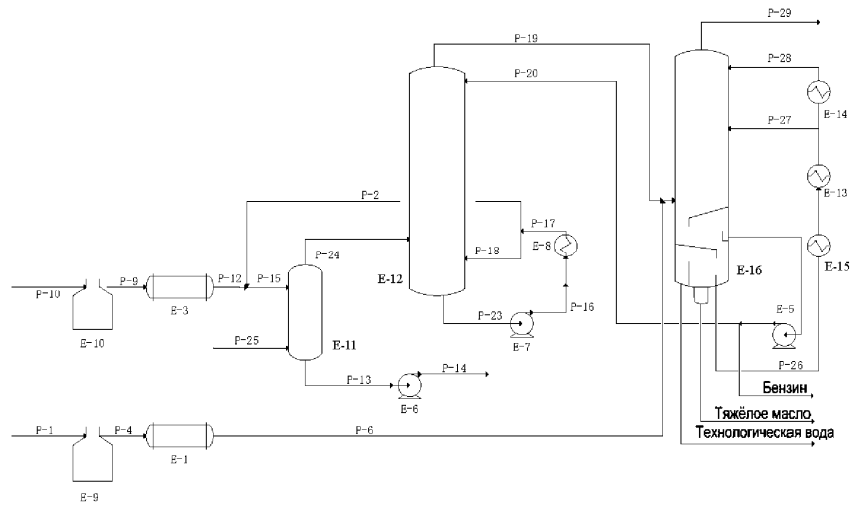
Фиг. 4



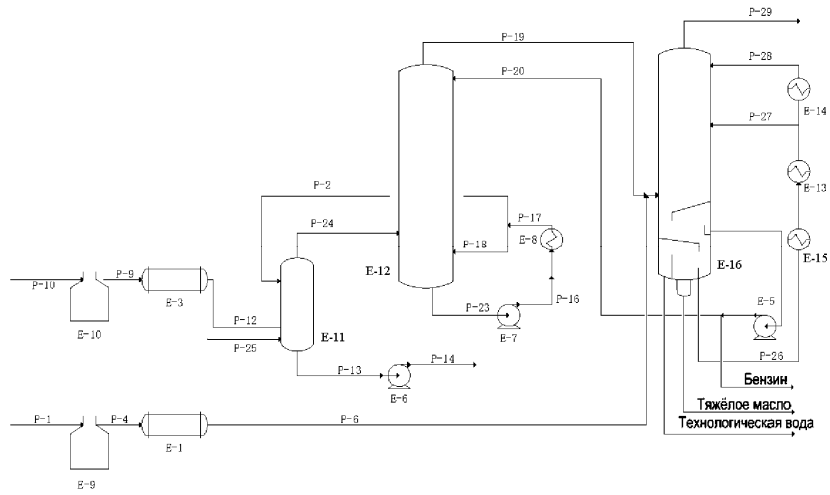
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

