

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11)

014574

(13)

B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации
и выдачи патента: **2010.12.30**

(51) Int. Cl. *C10G 11/00* (2006.01)

(21) Номер заявки: **200900186**

(22) Дата подачи: **2007.07.11**

**(54) ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КРЕКИНГ ТЯЖЁЛЫХ НЕФТЕЙ ПРИ РАБОТЕ УСТАНОВКИ
КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ**

(31) 11/487,011

(56) US-A-5730859

(32) 2006.07.13

US-A-5584986

(33) US

(43) 2009.10.30

(86) PCT/US2007/015950

(87) WO 2008/008470 2008.01.17

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**САУДИ АРЕЙБИЕН ОЙЛ КОМПАНИ
(SA); НИППОН ОЙЛ КОРПОРЕЙШН (JP)**

(72) Изобретатель:

**Дин Кристофер Ф. (SA), Окухара Таката,
Фуцзнама Юнтиро (JP)**

(74) Представитель:

Воль О.И. (RU)

-
- (57)** Способ получения лёгких углеводородов, состоящих из этилена, пропилена, бутиленов и бензина, улучшен введением потока сырья из тяжёлой нефти, полученного из внешнего источника, в дополнительный реактор с нисходящим потоком, который использует тот же состав катализатора, что установка FCC для крекинга тяжёлой нефти, и удалением требуемого потока продуктов реакции из более лёгких углеводородов из реактора с нисходящим потоком и регенерацией катализатора в той же установке регенерации, которую используют, для регенерации отработанного катализатора из установки FCC. Эффективность извлечения требуемых более лёгких олефиновых углеводородов достигает максимума за счет ограничения потока сырья, подаваемого в реактор с нисходящим потоком тяжёлой нефти, которая может быть переработана при относительно более жёстких условиях, при снижении получения нежелательных побочных продуктов.
-

014574

B1

B1

014574

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к переработке тяжёлых углеводородов, таких как газойль, вакуумный газойль и мазут для увеличения производства более лёгких углеводородов, таких как этилен, пропилен и бутилены и бензина, при работе установки каталитического крекинга в псевдооживленном слое.

Известный уровень техники

Пропилен является вторым по значимости после этилена нефтехимическим сырьём. Пропилен традиционно получают в виде побочного продукта при крекинге с паром при производстве этилена и в процессах каталитического крекинга в псевдооживленном слое на нефтеперерабатывающих заводах при производстве бензина. Предполагаемый рост спроса на пропилен превышает спрос на этилен в такой степени, что существующие процессы не смогут удовлетворить предвидимый будущий рост спроса на пропилен.

Крекинг в псевдооживленном слое или FCC является известным и широко используемым процессом для превращения тяжёлых углеводородов, газойля и мазута в более лёгкие углеводородные фракции. Процесс каталитического крекинга тяжёлых углеводородов, газойля и мазута хорошо известен и в настоящее время используется во всех типах установок FCC, перерабатывающих указанное разнообразное сырьё.

В общих словах, способ крекинга углеводородного сырья основан на контакте с псевдооживленными частицами катализатора в зоне реакции, поддерживаемой при соответствующих температуре и давлении. Когда более тяжёлое сырьё контактирует с катализатором и подвергается крекингу до более лёгких продуктов, на катализаторе образуются углеродосодержащие отложения, обычно называемые коксом, и дезактивируют его. Дезактивированный, или отработанный катализатор отделяют от продуктов крекинга, десорбируют удаляемые углеводороды и направляют в аппарат регенерации, где кокс на катализаторе сжигают в присутствии воздуха для получения по существу регенерированного катализатора. Продукты сгорания удаляют из аппарата в виде отработавшего газа. Затем регенерированный и нагретый катализатор возвращают в установку FCC. Общее описание процесса, относящегося к каталитическому крекингу, с коротким временем контакта, приведено в US 3074878, полное раскрытие которого включено в описание ссылки.

Были предложены различные способы и аппараты для увеличения или улучшения выхода потоков отдельных продуктов из установки FCC. В некоторых случаях были предложены дополнительные реакторы и другие устройства переработки для переработки потока отдельных фракций или продуктов реакции. В некоторых случаях предложены несколько реакторов, каждый с различным сырьём для получения, в частности, потока требуемого продукта.

В известном уровне техники применяют реактор с нисходящим потоком для переработки различных типов нефтей, включая тяжёлые нефти. Также известно извлечение потоков лёгких олефинов, например этилена, пропилена и бутана и бензиновых фракций, в реакторе с нисходящим потоком наряду с другими продуктами реакции и непрореагировавшего сырья.

Реакционная зона с ниспадающим потоком описана в US 5904837 для каталитического крекинга в псевдооживленном слое нефтей, включая прямогонный и подвергнутый крекингу газойль, вакуумный газойль (VGO), кубовый остаток дистилляции при атмосферном и пониженном давлении и тяжёлые фракции, полученные гидроочисткой мазута и газойля, раздельно или в виде смеси. В процессе используют реакционную зону с нисходящим потоком, зону разделения, катализатор, зону десорбции катализатора и зону регенерации катализатора. Также раскрыто использование быстрого охлаждения нефти с контролем температуры на выходе реактора. Основным потоком продукта является бензин, например, с выходом около 38-40%, содержащий максимум 16% пропилена.

Другой процесс FCC с ниспадающим потоком раскрыт в US 5951850, в котором условия процесса, температура реакционной зоны, отношения катализатор/нефть и температура зоны регенерации катализатора контролируют для проведения крекинга различных тяжёлых фракций нефти с получением меньшего количества сухих газов, таких как водород, метан и этан, и относительно более высокого выхода фракций лёгких олефинов. Использование более жёстких эксплуатационных режимов, то есть температуры реакции и отношений катализатор/нефть, даёт несколько больше лёгких олефинов за счёт снижения бензиновых фракций в указанном процессе FCC.

Другой способ функционирования реактора FCC с нисходящим потоком при переработке газойля или тяжёлой нефти, который позволяет проводить извлечение существенных количеств лёгких олефинов, раскрыт в US 6656346. В этом процессе используют два типа цеолитов, температурный диапазон реакционной зоны более узок, чем раскрытый в US 5951850, и время контакта короче. Конверсия в пропилен составляет от около 20 до почти 24 мас.% от общего выхода превращения.

Работа каждой из вышеуказанных FCC установок с нисходящим потоком включает установку регенерации катализатора для сжигания кокса на отработанном катализаторе и повышение температуры катализатора для обеспечения тепла эндотермической реакции крекинга.

Известный уровень техники, относящийся к устройствам и способам FCC, также включает стадии с несколькими реакторами, в которые подают различное сырьё, которые могут быть использованы для получения потоков продукта, содержащего лёгкие олефины. Однако ни один из указанных документов не решает проблему увеличения производства лёгких олефинов и, в частности, значительного дополни-

тельного количества пропилена в существующих процессах на установках FCC.

Поэтому целью настоящего изобретения является создание способа, в котором поток сырья из внешнего источника, такого как тяжёлая нефть или того же исходного нефтяного сырья, используемого в способе FCC, дополнительно подвергают крекингу для увеличения потока лёгких продуктов реакции.

Дальнейшей целью изобретения является создание такого способа, который можно эффективно осуществлять с использованием того же катализатора, что используется в установке FCC.

Ещё одной целью изобретения является создание нового способа эффективного крекинга тяжёлых углеводородов, газойля и/или кубовых остатков перегонки нефти для получения потока более лёгких углеводородов, состоящих из этилена, пропилена, бутиленов и бензина, поток продуктов реакции которого может быть или извлечён отдельно и далее фракционирован для получения индивидуальных компонентов или объединён с выходящим потоком из установки FCC для дальнейшего фракционирования.

Следует понимать, что термин "сырьё в виде тяжёлой нефти" включает любой углеводородный сырьевой нефтепродукт, кипящий в диапазоне 600-1050°F или выше.

Раскрытие изобретения

Вышеуказанные цели и другие преимущества достигаются усовершенствованием способа и устройства изобретения, в котором к установке FCC существующего способа добавлен реактор с нисходящим потоком с псевдооживленным слоем катализатора, в качестве дополнительного реактора. Дополнительная реакторная система с нисходящим потоком использует тот же горячий регенерированный катализатор, который использован в установке FCC, минимизируя, таким образом, капитальные вложения на новое оборудование и эксплуатационные расходы. Регенерированный катализатор и сырьё из тяжёлых углеводородов или газойля, которое может быть получено из того же источника, что и для устройства FCC или другого источника, вводят и тщательно перемешивают в верхней части реактора с нисходящим потоком, расположенной выше реакционной зоны.

Смесь пропускают по реакционной зоне при времени контакта 0,1-5 с и предпочтительно 0,2-2 с. Рабочая температура реакционной зоны может быть в диапазоне 990-1300°F. Весовое отношение катализатора к нефти, или отношение катализатор/нефть в реакционной зоне находится в диапазоне 10-50 с предпочтительным рабочим диапазоном 20-40. Определение отношения катализатора к нефти является показателем жёсткости рабочих условий, и определение оптимальной величины является хорошо известной задачей для специалиста в данной области техники.

Ёмкость дополнительного реактора с нисходящим потоком может быть той же или отличной от ёмкости реактора FCC. Специалисту в данной области техники следует понимать, что количество кокса, образующегося и отложившегося на катализаторе в реакторе с нисходящим потоком согласно изобретению, будет достаточно при сжигании в регенераторе для повышения температуры регенерированного кокса для использования в установке FCC или дополнительной установке с нисходящим потоком.

Конструктивные параметры, которые следует учитывать, состоят в том, что установка регенерации должна обеспечивать производительность, необходимую для подачи регенерированного катализатора и в установку FCC и к дополнительному реактору с нисходящим потоком. Управление и контроль производительности и материала катализатора и сырья, и контроля температуры катализатора в регенераторе и на выходе включают автоматизированные системы управления, и также находятся в компетенции специалистов в данной области техники. Для специалистов в данной области техники очевидно, что качество и состояние материала(ов) катализатора также должны контролироваться, в частности, при жёстких условиях крекинга одного или более видов сырья в виде тяжёлой нефти, в одном или обоих реакторах.

Эффективность работы дополнительного процесса согласно изобретению зависит от оптимизации условий крекинга для данного потока сырья, который состоит из одного или более видов сырья из тяжёлых углеводородов. Относительно низкое время контакта и более высокие весовые отношения катализатора к нефти, составляющие 20-40 по сравнению с первичной реакционной зоной FCC являются специфическими по отношению к потоку сырья из тяжёлых углеводородов.

Поэтому следует понимать, что настоящее изобретение подразумевает в широком смысле способ получения потока продукта, состоящего в основном из лёгких олефинов этилена, пропилена и бутиленов, и бензина, совместно с переработкой отдельного нефтяного сырья в установке каталитического крекинга с псевдооживленным слоем (FCC), содержащей катализатор определённого состава, катализатор в FCC и сопряжённый реактор с нисходящим потоком является регенерированным отработанным катализатором, и способ включает стадии:

- a. подачи отдельного потока сырья тяжёлой нефти и направление его в верхнюю часть реактора с нисходящим потоком, ближайшим к установке FCC;
- b. введения горячего регенерированного катализатора, того же, что используют в установке FCC, в реактор с нисходящим потоком для смешивания с потоком сырья тяжёлой нефти с весовым отношением катализатора к потоку сырья в диапазоне 10-50;
- c. прохождения смеси катализатора и тяжёлой нефти через реакционную зону в реакторе с нисходящим потоком, температура которой поддерживается в интервале 990-1300°F со временем контакта 0,1-5 секунд для крекинга тяжёлой нефти;
- d. отделения потока продуктов реакции, содержащего лёгкие олефины, бензин и непрореагирова-

шее сырьё от отработанного катализатора;

e. регенерации потока продуктов реакции и

f. перемещения отработанного катализатора из реактора с нисходящим потоком в отдельную установку регенерации, которая также содержит отработанный катализатор установки FCC для регенерации и возвращения катализатора в цикл в установку FCC и реактор с нисходящим потоком.

Реакторы с нисходящим потоком, подходящие для использования при осуществлении изобретения, существуют в известном уровне техники. Один пример такого реактора описан в US 5904837 (патент '837), раскрытие которого полностью включено в описание ссылкой. Следует понимать, что раскрытие '837 относится к способу, осуществляемому в установке FCC, который обязательно включает устройство регенерации, в то время как настоящее изобретение отличается использованием в нём существующего регенератора.

Второй пример подходящего реактора с нисходящим потоком описан в US 6045690 (патент '690), который раскрывает работу установки FCC с использованием реактора с нисходящим потоком и по существу также отличается от настоящего изобретения, которое использует совместно с установкой FCC регенератор катализатора. В реакторе с нисходящим потоком патента '690 регенерированный катализатор вводят в два места в реакционной зоне: регенерированный катализатор вводят во ввод реакционной зоны и смешивают с тяжёлой нефтью, тогда как вторую часть регенерированного катализатора вводят по меньшей мере в одно промежуточное положение между вводом и выводом реакционной зоны. Также необязательно добавляют закалочное масло около вывода реактора для понижения температуры реакционной смеси продуктов крекинга, непрореагировавших углеводородов и катализатора. Это закалочное масло является извлекаемой фракцией с точкой кипения по меньшей мере 570°F.

Улучшенный дополнительный процесс изобретения может быть использован с установками FCC известного уровня техники, использующими крекинг в восходящем потоке в схеме реакции с восходящим или нисходящим потоком, или крекинг в слое для каталитического превращения сырья в необходимые более лёгкие углеводороды, и в частности, для увеличения выхода пропилена для установки в целом.

Углеводородное сырьё, которое может быть использовано в дополнительной переработке в реакторе с нисходящим потоком, может включать углеводороды, которые кипят в диапазоне 600-1050°F, и предпочтительно 650-1050°F, в качестве начальной и конечной температур кипения. Это сырьё обычно обозначают в известном уровне техники как прямогонный газойль, вакуумный газойль, кубовые остатки ректификационных колон, работающих при атмосферном давлении и в вакууме, и газойль, подвергнутый крекингу в процессах нефтепереработки. Предпочтительными для использования в дополнительном реакторе с нисходящим потоком согласно изобретению являются тяжёлые нефти, полученные способами гидрокрекинга и гидропереработки. Сырьё может использоваться отдельно или совместно в реакторе с ниспадающим потоком в соответствии с изобретением.

Любой существующий катализатор FCC может быть использован при осуществлении усовершенствованного процесса изобретения. Типичные катализаторы FCC с модифицирующими добавками к катализатору или без них являются подходящими для использования в этом процессе.

Для оптимизации отделения катализатора от продуктов и непрореагировавшего исходного материала(ов) предпочтительно быстрое отделение. Подходящее устройство, при помощи которого может быть достигнуто желательное быстрое разделение, раскрыто в US 6146597 (патент '597), раскрытие которого полностью включено в описание ссылкой.

Краткое описание чертежей

Устройство и способ изобретения далее будут описаны детально со ссылкой на прилагаемые чертежи, где одни и те же или подобные элементы обозначены теми же цифрами, и на которых

фиг. 1 является упрощённой схематической иллюстрацией типичного устройства и способа FCC известного уровня техники; и

фиг. 2 является упрощённой схематической иллюстрацией осуществления устройства и способа настоящего изобретения.

Осуществление изобретения

Как указано выше, способ и устройство настоящего изобретения могут быть использованы с любым устройством способа FCC известного уровня техники. Типичный способ FCC известного уровня техники схематично проиллюстрирован на фиг. 1. В корпус реактора (10) направляют углеводороды, или нефть, т.е. сырьё (12), которое подают в нижнюю часть лифт-реактора (14), где сырьё смешивается со свежим и/или регенерированным катализатором, который подают по трубопроводу (22). Для упрощения схемы и описания на фиг. 1 не показаны многочисленные клапаны, датчики температуры, электронные контроллеры и т.п., которые обычно используются и хорошо известны специалисту в данной области техники, что позволяет сосредоточиться на принципиальных признаках настоящего изобретения.

В этом непрерывном процессе, смесь катализатора и потока сырья FCC подают вверх по стояку в реакционную зону, в которой температуру, давление и время контакта поддерживают в пределах обычных диапазонов, которые связаны с рабочими характеристиками одного или более катализаторов, используемых в процессе. Конфигурация устройства, тип и характеристики сырья и набор других парамет-

ров, хорошо известные специалисту в данной области техники, они не являются признаками настоящего изобретения. Продукты реакции удаляют по трубопроводу (16) для извлечения и/или дальнейшей переработки на нефтеперегонном заводе.

Отработанный катализатор из установки FCC удаляют по передаточной линии (18) для подачи в нижнюю часть устройства регенерации (20), которое обычно расположено в непосредственной близости к установке (10) FCC. Отработанный катализатор, поступающий по передаточной линии (18), контактирует, по меньшей мере, с потоком воздуха, который подают по трубопроводу (24) для контролируемого сжигания накопленного кокса. Отходящие газы удаляют из регенератора (20) по трубопроводу (26), и температура регенерированного катализатора повышается за счёт сжигания кокса для получения тепла для эндотермической реакции крекинга.

На фиг. 2 реактор (10) и устройство (20) регенерации включает компоненты, общие с описанными на фиг. 1, и их описание и функционирование не будут повторены. Новым компонентом устройства и способа работы, изображенными на фиг. 2, является реактор (30) с нисходящим потоком, в верхнюю часть которого при температуре в диапазоне 1250-1500°F поступает горячий регенерированный катализатор по передаточной линии (28). Горячий катализатор подают в накопитель или бункер, где его стабилизируют до введения в нисходящую реакционную зону (33). Линия (32) питания включает поток сырья (32) в виде тяжёлой нефти, которое может быть тем же полностью или частично, что и сырьё установки FCC, или другой тяжёлой нефтью или смесью тяжёлых нефтей, как описано выше. Поток (32) сырья смешивают с поступающим стабилизированным регенерированным катализатором из бункера, который загружается под действием силы тяжести. Тяжёлую нефть предпочтительно вводят через форсунки (31) для облегчения однородного смешивания. Смесь тяжёлой нефти и катализаторов проходит в реакционную зону (33), температуру в которой поддерживают около 990-1300°F. Весовое отношение катализатор/нефть находится предпочтительно в диапазоне 20-40. Время контакта в реакционной зоне около 0,2-2 с.

Хотя в процессе могут быть использованы различные катализаторы, понятно, что катализатор, который используют в основной установке FCC, также используют в каталитическом крекинге тяжёлой нефти в дополнительном реакторе (30) с нисходящим потоком. Обычные установки FCC используют цеолиты, диоксид кремния - оксид алюминия, добавки, промотирующие дожигание монооксида углерода, добавки крекинга кубовых остатков и добавки, промотирующие получение лёгких олефинов. При осуществлении изобретения предпочтительно, чтобы были использованы катализаторы цеолиты типа Y, REY, USY и RE-USY отдельно или в комбинации с ZSM-5 каталитической добавкой. Как понятно специалистам в данной области техники, катализаторы и добавки предпочтительно выбирают для максимального и оптимального получения лёгких олефинов и бензина. Выбор системы катализатора(ов) не является существенным признаком настоящего изобретения.

На фиг. 2 поток лёгкого продукта реакции извлекают по линии (34). В соответствии со способом изобретения поток продуктов реакции лёгких углеводородов, содержащий этилен, пропилен, бутилены, бензин и любые другие побочные продукты реакций крекинга и непрореагировавшего сырья, удаляют, и он может быть или извлечён отдельно в самостоятельной секции извлечения, или объединён с потоком продуктов реакции установки FCC для дальнейшего фракционирования и окончательного извлечения. Это является отдельным преимуществом настоящего способа и обеспечивает нефтепереработку с возможностью выбора на основе таких параметров, как доступность сырья, конкретный спрос на продукты, производительность далее по технологической схеме нефтепереработки и/или дальнейшей переработки и производительность основной установки (10) FCC.

Пар для десорбции подают по линии (36) для удаления всех удаляемых углеводородов из отработанного катализатора. Газообразные продукты выводят из реакционной зоны (33) реактора (30) с нисходящим потоком и вводят в верхнюю часть устройства (37) десорбции, где они объединяются с десорбирующим паром и другими газами и парами и проходят через циклонные сепараторы (39) и удаляются из устройства десорбции по линии продукта (34) для извлечения продукта способами, известными из уровня техники.

Отработанный катализатор, извлечённый из реактора (30) с нисходящим потоком, выгружают по передаточной линии (40) и подают в нижнюю часть погружной трубы или лифт-реактора (29), который выходит из регенератора катализатора (20), который был изменён в соответствии со способом настоящего изобретения. В этом осуществлении, воздух вводят ниже передаточной линии отработанного катализатора (40) в конце погружной трубы или лифт-реактора (29) по линии сжатого воздуха (25). Более детальное описание работы вторичного реактора с нисходящим потоком представлено ниже.

Конфигурация и выбор материалов для реактора (30) с нисходящим потоком, а также конкретные рабочие характеристики и параметры будут зависеть от конкретных качества и скорости потока сырья в виде тяжёлой нефти, введённой по линии (32) сырья, которые, в свою очередь, будут зависеть от источника сырья. Более детальные эксплуатационные режимы указаны ниже.

В соответствии с фиг. 2, горячий регенерированный катализатор с температурой около 1250-1500°F передают из регенератора (20) способа FCC обычными средствами, например, по направленной вниз трубе (28), обычно называемой передаточной линией или напорной трубой, в приёмник или бункер (31), расположенный сверху реактора с ниспадающим потоком выше реакционной зоны (33), где поток горя-

чего катализатора стабилизируют для того, чтобы он был однородным, когда подаётся в зону смешивания или в часть впрыска сырья реакционной зоны (33). Линия стабилизации давления (38) соединяет верх приёмника (31) с существующим регенератором (20).

Температурой реакции, то есть температурой на выходе реактора с нисходящим потоком, управляют открытием и закрытием шиберов катализатора (не показан), который управляет потоком регенерированного катализатора из приёмника (31) в зону смешивания. Тепло, необходимое для эндотермической реакции крекинга, привносится регенерированным катализатором. Изменением скорости потока горячего регенерированного катализатора можно регулировать рабочие характеристики или условия крекинга так, чтобы получать требуемый выход лёгких углеводородов и бензина.

Сырьё (32) из тяжёлой нефти вводят в зону смешивания впрыском сырья через форсунки (32а), размещённые в непосредственной близости от точки введения регенерированного катализатора в реактор (30) с нисходящим потоком. Большое количество форсунок (32а) впрыска приводит к полному и однородному смешиванию катализатора и нефти. Как только сырьё вступает в контакт с горячим катализатором, происходят реакции крекинга. Смесь парообразных продуктов реакции крекинга углеводородов и непрореагировавшей тяжёлой нефти и катализатора быстро течёт по реактору с нисходящим потоком в секцию (35) быстрого разделения в нижней части реактора. Время контакта смеси в реакционной зоне регулируют в зависимости от устройства и способа известного уровня техники.

При необходимости регулирования температуры предусмотрен впрыск закалочной жидкости (50) вблизи нижней части реакционной зоны (33) непосредственно перед сепаратором. Этот впрыск закалочной жидкости быстро снижает скорость или останавливает реакции крекинга и может быть использован для регулирования жёсткости крекинга, что позволяет создать гибкий способ.

Быстрый сепаратор (35) вместе с концевой частью реактора (30) с нисходящим потоком смонтирован в верхней секции широкого устройства, обозначаемого как десорбер (37) катализатора. Быстрый сепаратор направляет реакционные пары и катализатор непосредственно в верхнюю часть десорбера (37).

Реакционные пары движутся вверх от выхода скоростного сепаратора в десорбер, объединяются с десорбированными парами углеводородных продуктов и десорбирующим газом из секции десорбции катализатора этого устройства и проходят через обычные средства отделения, такие как один или более циклонов (39), которые дополнительно отделяют все захваченные частицы катализатора из этих паров. Катализатор из сепаратора, отделённый в циклонах, направляют в нижнюю часть десорбера (37) через погружную трубу циклона для выгрузки в слой катализатора, который извлечён из скоростного сепаратора в секции десорбции.

После того как объединённый поток паров проходит через циклоны и выходит из десорбера, он направляется по трубе, обычно называемой линия (34) паров реактора к обычной секции извлечения продукта FCC известного уровня техники.

Катализатор из быстрого сепаратора и погружных труб циклонов течёт к более низкой секции десорбера, который включает секцию десорбции катализатора, в которую подают подходящий газ десорбции, например водяной пар по линии (36). Секция десорбции снабжена несколькими дефлекторами или структурированной насадкой (не показаны), по которым текущий вниз катализатор проходит противотоком по отношению к газу десорбции. Поднимающийся вверх газ десорбции, который обычно является водяным паром, используют для удаления всех дополнительных углеводородов, которые остаются в порах катализатора или между частицами катализатора.

Десорбированный катализатор транспортируют потоком (25) воздуха для дожигания по лифту-реактору (29), который заканчивается в существующем, но модифицированном регенераторе (20) обычного процесса FCC для сжигания всего кокса, который является побочным продуктом процесса крекинга. В регенераторе катализатору передается тепло, получаемое при сжигании кокса, получаемого в первой реакционной зоне (10 и 14) обычного процесса FCC крекинга тяжёлых углеводородов, и получаемое из тяжёлой нефти, подвергающейся крекингу в зоне (33) из реактора с нисходящим потоком (30).

Регенератор (20) может иметь любую обычную известную конструкцию и может быть использован для улучшения процесса и реакционной зоны с нисходящим потоком настоящего изобретения. При модификации для осуществления изобретения размещение трубопровода (28) от регенератора к реактору или передаточной линии регенерированного катализатора в регенераторе должно быть таким, чтобы оно обеспечивало устойчивый и непрерывный поток существенного количества регенерированного катализатора, необходимого для соответствия техническим требованиям реактора с нисходящим потоком.

Способ изобретения требует таких же катализаторов, как катализаторы, обычно используемые в способах FCC, например цеолиты, диоксид кремния - оксид алюминия, добавки, промотирующие дожигание монооксида углерода, добавки крекинга кубовых остатков и добавки, промотирующие получение лёгких олефинов, и любые другие добавки, обычно используемые в процессе FCC. Предпочтительными цеолитами крекинга являются цеолиты Y, REY, USY и RE-USY. Для улучшенного получения лёгких олефинов, предпочтительной конфигурационно-селективной каталитической добавкой, обычно используемой в процессе FCC для получения лёгких олефинов и увеличения октанового числа бензина FCC, является кристаллический цеолит ZSM-5 или другой катализатор со структурой пентасила. Эту ZSM-5 добавку смешивают с цеолитным катализатором крекинга и структурами матрицы в обычном катализа-

торе FCC и предпочтительно используют в способе изобретения для максимального и оптимального получения лёгких олефинов в дополнительном реакторе с нисходящим потоком.

Особенным преимуществом настоящего изобретения, заключающимся в улучшении по сравнению с существующими процессами FCC для совместной переработки тяжёлых нефтей, является то, что изобретение обеспечивает раздельное извлечение продукта из каждого реактора для дальнейшей переработки в последующей технологической схеме. Способ и устройство изобретения обеспечивают повышенное извлечение продукта совместно с существующим реактором FCC, тем самым эффективно увеличивая общую производительность установки процесса FCC для получения большего количества лёгких олефинов, чтобы удовлетворять растущий коммерческий спрос, как указано выше. Кроме того, процесс имеет преимущество в том, что продукты могут быть извлечены в секции существующей установки FCC без необходимости в дополнительном оборудовании и капиталовложениях.

Следующий сравнительный пример иллюстрирует улучшение выхода продукта, в случае когда существующая установка FCC усовершенствована добавлением реактора с нисходящим потоком настоящего изобретения для повышения выхода лёгких олефинов. Выходы продукта типичны для установки FCC, работающей на Ближневосточном вакуумном газойле (VGO) без гидрообработанного сырья. Выходы для реакторов с нисходящим потоком основаны на результатах лабораторной пилотной установки, представляющей условия крекинга в реакторе с нисходящим потоком, использующей гидрообработанный Ближневосточный вакуумный газойль. В этом примере каталитические системы аналогичны и представляют собой цеолит USY.

Следующая таблица суммирует увеличение выхода получения лёгких олефинов при использовании усовершенствования в виде нисходящего потока с сырьём, отличным от сырья, подаваемого в обычную установку FCC.

	Установка FCC	Усовершенствование
Тип реактора	Вертикальный с восходящим потоком	С нисходящим потоком
Тип катализатора	USY	USY
Сырьё	Необработанный Ближневосточный VGO	Гидрообработанный Ближневосточный VGO
Плотность в градусах API	23,2	26,2
Плотность г/см ³	0,9147	0,8972
Сера % масс.	2,5	0,13
Кон. углерод % масс.	0,92	0,15
Рабочие условия		
Выход реактора	980°F(527°C)	1112°F(600°C)
Отношение кат/нефть	8,6	40
Выходы продукта	% масс.	% масс.
H ₂ S	1,03	0,07
H ₂	0,06	0,08
O ₁	0,79	1,18
C ₂	0,74	0,94
C ₂ =	0,68	4,10
C ₃	1,54	1,75
C ₃ =	3,93	19,67
IC ₄	2,80	2,60
nC ₄	0,98	0,82
C ₄ =	5,80	16,09
Бензин	52,56	32,80
Лёгкий газойль	14,28	8,13
Шлам	9,50	5,87
Кокс	5,32	5,92
Конверсия %*	76,22	86,00

*Конверсия определяет жёсткость рабочих характеристик и определена как:

$$\% = \frac{100 - (\text{Лёгкий газойль} + \text{шлам})}{100}$$

Как следует из таблицы, общее содержание в весовых процентах лёгких олефинов (C₂, C₃ и C₄), полученных в обычной установке FCC, составляет 10,41, тогда как способ изобретения повышает выход этих соединений до 39,86 вес. %.

Эти сравнительные примеры также указывают, что может вводиться два различных вида сырья и процессы работают с различной жёсткостью для получения этих выводов.

Следует понимать, что осуществления, описанные выше, являются иллюстрацией изобретения и специалистами в данной области техники могут быть сделаны различные модификации, которые не выходят за рамки притязаний изобретения, которые будут определены в последующей формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ повышения конверсии потока сырья из тяжёлой нефти, полученного из установки перегонки сырой нефти в поток продукта из более лёгких углеводородов, состоящего из этилена, пропилена, бутиленов и бензина, включающий:

а) направление отдельного потока сырья из тяжёлой нефти в верхнюю часть дополнительного реактора с нисходящим потоком, который содержит катализатор того же состава, что и катализатор, используемый в установке каталитического крекинга с псевдоожиженным слоем (FCC), с которой связан реактор с нисходящим потоком;

б) введение тяжёлой нефти через форсунки в зону смешивания и контактирование с регулируемым потоком горячего катализатора для создания однородной смеси;

в) осуществление реакции в реакторе с нисходящим потоком при времени контакта потока сырья в реакционной зоне 0,1-5 с, рабочей температуре 990-1300°F и весовым отношением катализатор к потоку сырья от 20 до 50 с получением продукта реакции, состоящего из более лёгких углеводородов, крекингом потока сырья из тяжёлой нефти;

г) отделение потока продукта реакции, состоящего из более лёгких углеводородов, полученного в процессе крекинга в реакторе с нисходящим потоком, от катализатора в секции быстрого разделения, которая расположена после реакционной зоны; и

е) извлечение потока продукта реакции, состоящего из более лёгких углеводородов, из реактора с нисходящим потоком.

2. Способ по п.1, который включает объединение и смешивание отработанного катализатора из реактора с нисходящим потоком с отработанным катализатором из установки FCC и регенерацию объединённого отработанного катализатора для повторного использования в установке FCC и в реакторе с нисходящим потоком.

3. Способ по п.1, в котором реактор с нисходящим потоком функционирует при времени контакта потока сырья 0,2-2 с.

4. Способ по п.1, в котором весовое отношение катализатор к потоку сырья составляет от 20 до 40.

5. Способ по п.1, в котором поток продукта реакции, состоящий из более лёгких углеводородов, извлечённый из реактора с нисходящим потоком, фракционируют.

6. Способ по п.1, в котором извлечённый поток продукта реакции, состоящий из более лёгких углеводородов, из реактора с нисходящим потоком объединяют с отходящим потоком установки FCC для фракционирования.

7. Способ по п.2, который осуществляют в непрерывном режиме.

8. Способ по п.1, в котором поток углеводородного продукта реакции отделяют от отработанного катализатора с помощью циклонного сепаратора.

9. Способ по п.1, в котором ниже реакционной зоны продукты реакции и катализатор обрабатывают закалочной жидкостью.

10. Способ по п.1, который включает десорбцию отработанного катализатора после реакционной зоны.

11. Способ получения потока продукта, состоящего из лёгких олефинов этилена, пропилена и бутиленов, и бензина, совместно с переработкой нефтяного сырья в установке каталитического крекинга с псевдоожиженным слоем (FCC), содержащей катализатор, который регенерирован из отработанного катализатора, включающий:

а) введение отдельного потока сырья из тяжёлой нефти в верхнюю часть реактора с нисходящим потоком, расположенного вблизи установки FCC;

б) введение регулируемого потока горячего регенерированного катализатора того же типа, что применяют в установке FCC, в зону смешивания реактора с нисходящим потоком вместе с потоком сырья из тяжёлой нефти, который впрыскивают в зону смешивания через форсунки для однородного смешивания с катализатором в весовом отношении катализатор к потоку сырья из тяжёлой нефти, равном от 20 до 50;

в) пропускание смеси катализатора и тяжёлой нефти через реакционную зону в реакторе с нисходящим потоком, в которой поддерживают температуру 990-1300°F при времени контакта 0,1-5 с;

г) отделение получаемого потока продукта реакции, состоящего из лёгких олефинов и бензина, от отработанного катализатора в секции быстрого разделения реактора, расположенной после реакционной зоны;

е) извлечение потока продукта реакции из реактора с нисходящим потоком и

ф) перемещение отработанного катализатора из реактора с нисходящим потоком в отдельную установку регенерации, которая также содержит отработанный катализатор из установки FCC для регенерации.

12. Способ по п.11, в котором реактор с нисходящим потоком функционирует при времени контакта потока сырья 0,2-2 с.

13. Способ по п.11, в котором весовое отношение катализатор к потоку сырья составляет от 20 до 40.

14. Способ по п.11, в котором поток продукта реакции, извлечённый из реактора с нисходящим потоком, объединяют с отходящим потоком установки FCC для фракционирования.

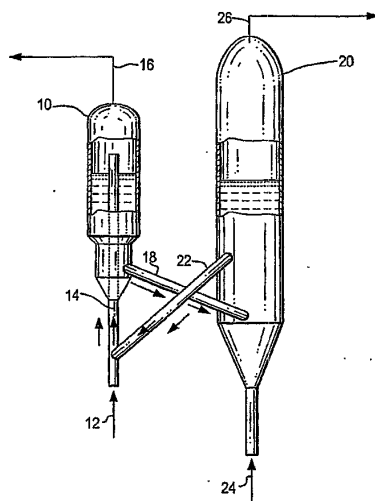
15. Способ по п.11, в котором поток продукта реакции, извлечённый из реактора с нисходящим потоком, фракционируют.

16. Способ по п.1, в котором для регулирования температуры в реакционной зоне регулируют скорость потока горячего катализатора в зону смешивания реактора с нисходящим потоком.

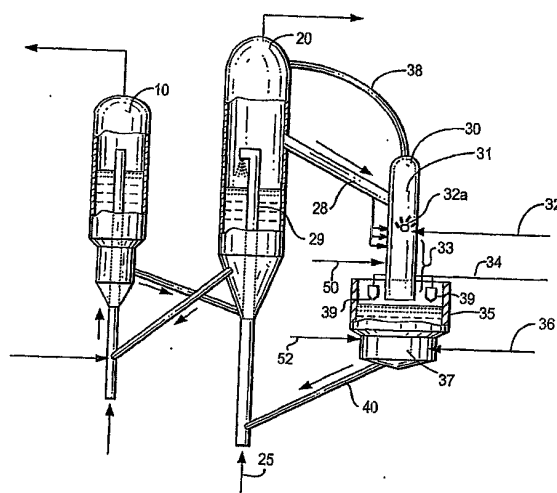
17. Способ по п.11, в котором для регулирования температуры в реакционной зоне регулируют скорость потока горячего катализатора в зону смешивания реактора с нисходящим потоком.

18. Способ по п.1, который включает стабилизацию температуры горячего катализатора до его регулируемого введения в зону смешивания реактора.

19. Способ по п.11, который включает стабилизацию температуры горячего катализатора до его регулируемого введения в зону смешивания реактора.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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