

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041111**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.09.14

(21) Номер заявки
201891986

(22) Дата подачи заявки
2017.03.03

(51) Int. Cl. **C10G 9/36** (2006.01)
C07C 1/20 (2006.01)
C07C 11/06 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ПОМОЩИ КОМБИНИРОВАННОЙ
УСТАНОВКИ КОНВЕРСИИ МЕТАНОЛА В ПРОПИЛЕН**

(31) **15/060,773**

(32) **2016.03.04**

(33) **US**

(43) **2019.02.28**

(86) **PCT/US2017/020653**

(87) **WO 2017/152046 2017.09.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТЕКНИП ФРАНС; Л'ЭР ЛИКИД,
СОСЬЕТЕ АНОНИМ ПУР Л'ЭТЮД Э
Л'ЭКСПЛУАТАСЬОН ДЕ ПРОСЕДЕ
ЖОРЖ КЛОД (FR)**

(72) Изобретатель:
**Вагнер Эрик Стенли, Ложье Жан-
Поль, Хаг Стефан, Вурцель Томас,
Горни Мартин (FR), Фурнье Жан-
Франсуа (US)**

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

(56) **US-A1-2015158783
US-A1-2013172627
CN-A-102190545
US-A1-2012041245**

(57) Данное изобретение представляет систему и способ для рециркуляции потоков промежуточных продуктов, по меньшей мере бензина, от устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) к устройству для парофазного крекинга для обработки исходного сырья в устройстве для парофазного крекинга, чтобы создать более высокое процентное содержание этилена и пропилена. Исходное сырье для устройства для парофазного крекинга может являться этаном.

B1**041111****041111****B1**

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Не применяется.

Положение, относящееся к научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, финансируемым на федеральном уровне

Не применяется.

Ссылка на приложение

Не применяется.

Уровень техники, предшествующий данному изобретению**Область техники, к которой относится изобретение**

Данное изобретение в основном относится к получению олефинов и рециркуляции потоков определенных продуктов для большей производительности и эффективности. Более конкретно, данное изобретение относится к увеличенной производительности получения этилена и пропилена от комбинации устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройства для парофазного крекинга и селективных потоков для рециркуляции.

Описание предшествующего уровня техники

Начиная с первоначального получения олефинов, основанного на синтетических полимерах в 1950-х, потребность постоянно увеличивалась. Олефины, включая этилен и пропилен, являются исходным материалом для получения синтетических полимеров с длинной цепью, которые могут быть образованы, когда газообразный этилен и/или пропилен полимеризуют при определенных условиях. Традиционно, парофазный крекинг применяли для разрыва связей в молекулах с длинной цепью при применении исходного сырья, такого как этан, пропан, бутан, лигроин и другого. В последние годы имела место тенденция применения более легкого исходного сырья, главным образом этана, для парофазного крекинга. Эта тенденция будет приводить к смещению к этилену отношения этилена к пропилену, и поэтому требуется фактор влияния для целевого получения пропилена. Данная область техники развивалась в отношении применения каталитических реакторов, чтобы производить больше пропилена, чем процесс парофазного крекинга. Например, публикация патента США № 2010/0234655A описывает способ, известный как преобразование метанола в пропилен (МТР), который может производить селективным образом большое количество пропилена посредством преобразования оксигенатов в углеводороды. Эта технология является каталитическим процессом для целевого получения пропилена при применении природного газа, угля или биомассы в качестве исходного сырья. Эти альтернативные виды исходного сырья первоначально преобразуют в синтез-газ, который очищают и затем преобразуют в метанол. Метанол, в свою очередь, преобразуют в диметилэфир (DME), который применяют для получения смеси, обогащенной пропиленом, содержащей различные углеводороды. Эти различные углеводороды кондиционируют и фракционируют на пропилен и другие компоненты, включая этилен, если желательно, сжиженный нефтяной газ (LPG) и бензин. С самого начала, процесс преобразования метанола в пропилен (МТР) был основан на применении цеолитового молекулярного сита ZSM-5 в качестве катализатора. Затем начались работы в отношении комбинирования данных двух процессов.

Публикация патента США № 2010/0206771 описывает комбинацию процесса преобразования метанола в пропилен (МТР) и процесса парофазного крекинга. Эта публикация описывает: "Для получения углеводородов, в особенности C2-C4 олефинов, при применении комбинированного устройства с устройством для парофазного крекинга и по меньшей мере одним реактором для преобразования полученной смеси, которая включает пар и по меньшей мере один оксигенат, соответствующие потоки промежуточных продуктов устройства для парофазного крекинга и реактора, по меньшей мере, частично объединены. Для того, чтобы увеличить выход ценных продуктов, конфигурационно-селективный цеолитовый материал применяют в качестве катализатора в реакторе для преобразования оксигената, и по меньшей мере часть потоков полученного продукта ниже по течению от комбинированного устройства рециркулируют в устройство для парофазного крекинга и/или реактор."

Публикация патента США № 2015/0158783 также описывает комбинацию. Эта публикация описывает: "Данное изобретение предоставляет комплексный способ получения олефинов, данный способ включает следующие стадии: (a) реакционное взаимодействие оксигената и/или олефинового исходного материала в реакторе, чтобы образовать выходящий продукт, который содержит олефины; (b) разделение по меньшей мере части выходящего продукта на две фракции олефинового продукта; (c) подвергание исходного углеводородного сырья в реакторе процессу парофазного крекинга, чтобы образовать выходящий продукт, который содержит олефины, включающие бутadiен; (d) объединение по меньшей мере части первой фракции олефинового продукта, полученного на стадии (b) и по меньшей мере части второго выходящего продукта, который содержит олефины, полученные на стадии (c), чтобы образовать поток комбинированного олефинового продукта, содержащий, по меньшей мере, этилен, пропилен и бутadiен; и (e) разделение по меньшей мере части потока комбинированного олефинового продукта, полученного на стадии (d), чтобы образовать фракцию, содержащую этилен и/или пропилен, и фракцию, которая содержит бутadiен."

Однако эти комбинации не максимизируют этилен и пропилен при выполнении рециркуляции различных потоков, образованных во время реакционного взаимодействия. Поэтому остается потребность в

дополнительно улучшении получения этилена и пропилена от селективной рециркуляции потоков в комбинированной системе и процессе.

Краткое изложение сущности изобретения

Данное изобретение предоставляет систему и способ для рециркуляции одного или нескольких потоков промежуточных продуктов, по меньшей мере бензина, от устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) к устройству для парофазного крекинга для обработки исходного сырья в устройстве для парофазного крекинга, чтобы создать более высокую селективность этилена и пропилена. Исходное сырье для устройства для парофазного крекинга может являться этаном.

Как правило, устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР) отделяет побочные продукты, обогащенные парафинами и в особенности этаном, пропаном и бутанами, а также промежуточный технологический поток, обогащенный алифатическими углеводородами C5/C6/C7+. Эти побочные продукты от преобразования метанола в пропилен (МТР) преобразуют в устройстве для парофазного крекинга. Это преобразование посредством пиролиза не только производит дополнительные легкие олефины, такие как этилен и пропилен, но также увеличивает отделение побочного C4 продукта, обогащенного олефином, который рециркулируют назад в устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР). Этот процесс является синергическим процессом, когда рециркулированный поток, обогащенный олефинами, предоставляет возможность более высокого выхода пропилена в устройстве для преобразования метанола в пропилен (МТР), чем в устройстве для парофазного крекинга. Потоки, обогащенные парафинами/алифатическими углеводородами, от устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) предоставляют высокий выход легких олефинов в устройстве для парофазного крекинга. Кроме того, этилен, произведенный посредством реактора для преобразования метанола в пропилен (МТР), может быть извлечен непосредственным образом в устройство для парофазного крекинга в качестве основного олефинового продукта. Реактор для преобразования метанола в пропилен (МТР) и конструктивное исполнение могут быть оптимизированы, чтобы максимизировать совокупный объем производства легкого олефина (этилена и пропилена) вместо максимизирования лишь производства пропилена. Неожиданным образом такое объединение приводит не только к уменьшенным капитальным вложениям и сервисным затратам, но также к более легким олефинам, чем автономное устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР) или устройство для парофазного крекинга совместно.

Побочные продукты от устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) содержат некоторые олефины; однако они также содержат значительное количество алифатических компонентов. Эта композиция делает побочные продукты более пригодными для реакционного взаимодействия в устройстве для парофазного крекинга, где алифатические компоненты могут быть подвергнуты термическому крекингу для расщепления до легких олефинов. Потоки побочных продуктов от устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) могут быть поданы в устройство для парофазного крекинга, чтобы увеличить производительность получения легкого олефина посредством пиролиза. Устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР) может пропускать C3 промежуточный технологический поток, содержащий легкий олефин/парафин в качестве продуктов с числом атомов углерода 3 или менее, и потоки побочных продуктов, такие как поток C4 промежуточного продукта и C5/C6/C7+ промежуточный технологический поток, в устройство для парофазного крекинга для дополнительной очистки и/или реакционного взаимодействия. Данные потоки, направляемые в устройство для парофазного крекинга, являются выгодными в отношении низкого содержания оксигенатов. Устройство для парофазного крекинга имеет поток C4 продукта, который содержит преимущественно диолефины и не подходит для возврата в устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР) без дополнительной обработки. Посредством подобранной гидрогенизации диолефинов, C4 продукт становится исходным сырьем, обогащенным C4 олефинами, который может быть преобразован в C2 и C3 олефины в реакторе для преобразования метанола в пропилен (МТР).

Объединение устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) может быть добавлено к имеющемуся устройству для парофазного крекинга, которое подвергало исходное сырье изменению от сжиженного нефтяного газа (LPG) или лигроина до этана. Противоположным образом, устройство для парофазного крекинга может быть добавлено к имеющемуся устройству для преобразования метанола в пропилен (МТР). Тем самым, возможно намеренное совместное размещение устройства для парофазного крекинга и устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР).

Данное изобретение предоставляет способ получения углеводородов при применении комбинированного устройства, преобразующего оксигенаты в пропилен, предпочтительно метанол в пропилен ("МТР"), которое содержит по меньшей мере каталитический реактор и устройство для парофазного крекинга, включающий протекание потока, содержащего по меньшей мере часть оксигената, в каталитический реактор; очистку промежуточного технологического потока от реактора, чтобы уменьшить содержание оксигенатов в секции разделения, включая бензин с углеводородами, по меньшей мере, C5 или более; протекание по меньшей мере части углеводородов, включая бензин, к печи для крекинга; очистку промежуточного технологического потока от печи для крекинга в виде по меньшей мере одного технологического потока, содержащего этилен, и промежуточного технологического потока, содержащего, по меньшей мере, C4, C5 или их комбинации в качестве отделенного потока от секции разделения; и рецир-

куляцию отделенного потока к каталитическому реактору.

Данное изобретение также предоставляет способ получения углеводородов при применении комбинированного устройства, преобразующего оксигенаты в пропилен, предпочтительно метанол в пропилен ("МТР"), содержащего, по меньшей мере, каталитический реактор и устройство для парового крекинга, содержащее, по меньшей мере, печь для крекинга, включающий удержание по меньшей мере части выходящего продукта промежуточных технологических потоков, которые очищены в реакторе для преобразования метанола в пропилен (МТР), чтобы уменьшить содержание оксигенатов, независимо от промежуточных технологических потоков, которые очищены в печи для крекинга; протекание по меньшей мере одного промежуточного технологического потока из по меньшей мере части побочных продуктов устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) в устройство для парового крекинга; преобразование побочных продуктов устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) в устройстве для парового крекинга при применении термического пиролиза, чтобы получить этилен, пропилен или их комбинацию и отделенный побочный C4 продукт, содержащий диолефины и олефины; гидрогенизацию селективным образом отделенного побочного C4 продукта, содержащего диолефины, в устройстве для парового крекинга, чтобы преобразовать диолефины в олефины и увеличить содержание C4 олефинов в этом потоке; и рециркуляцию C4 продукта, обогащенного олефинами, от устройства для парового крекинга в реактор для преобразования метанола в пропилен (МТР) для преобразования олефинов в C4 продукте в этилен, пропилен или их комбинацию и другого реакционного преобразования метанола в пропилен (МТР) для побочных продуктов, таких как пропан и пентан, гексан, пентен и гексен.

Данное изобретение дополнительно предоставляет систему для производства углеводородов от комбинированного устройства, содержащего: устройство для преобразования оксигената в пропилен, предпочтительно метанола в пропилен ("МТР"), имеющее, по меньшей мере, каталитический реактор и секцию разделения метанола и пропилена (МТР), данная секция разделения метанола и пропилена (МТР) сконфигурирована для удаления оксигенатов из, по меньшей мере, бензина; устройство для парового крекинга, имеющее, по меньшей мере, печь для крекинга и секцию разделения крекированного продукта; трубопровод, сконфигурированный для протекания жидкой среды, чтобы подавать бензин из секции разделения метанола и пропилена (МТР) к печи для крекинга и преобразовывать бензин в устройстве для парового крекинга при применении термического пиролиза, чтобы получать этилен, пропилен или их комбинацию.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой типичную блок-схему для системы и процесса для объединенного устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройства для парового крекинга при текущих средах, рециркулируемых селективным образом.

Фиг. 2 представляет собой другую типичную блок-схему для системы и процесса для объединенного устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройства для парового крекинга при текущих средах, рециркулируемых селективным образом.

Подробное описание

Фигуры, описанные выше, и представленное ниже описание конкретных структур и функций не предназначены для ограничения объема изобретения, представленного заявителем, или объема прилагаемой формулы изобретения. Напротив, фигуры и представленное ниже описание предоставлены для указания специалистам в данной области техники, каким образом реализовать и применить данное изобретение, для которого испрашивается защита патента. Специалистам в данной области техники будет понятно, что не все признаки коммерческого варианта осуществления данного изобретения описаны или показаны для ясности и понимания. Специалистам в данной области техники будет также понятно, что разработка фактического коммерческого варианта осуществления, включающего аспекты данного изобретения, потребует многочисленных конкретных решений для реализации, чтобы достигнуть конечной цели разработчика для коммерческого варианта осуществления. Такие конкретные решения для реализации могут включать, и, насколько можно ожидать, не ограничиваются ими, соответствие с системой, соответствие с бизнесом, соответствие с правительством и другие ограничения, которые могут варьироваться в зависимости от конкретного осуществления, расположения и от случая к случаю. Наряду с тем, что усилия разработчика могут быть сложными и трудоемкими в широком понимании, такие усилия могут являться, тем не менее, общепринятой практикой, выполняемой обычными специалистами в данной области техники, при применении преимуществ данного изобретения. Следует понимать, что изобретение, представленное и описанное в данном документе, допускает многочисленные и различные модификации и варианты. Применение формы единственного числа, как такового, однако без ограничения им, не предназначено для ограничения числа вариантов. Кроме того, различные способы и варианты осуществления системы могут быть включены в комбинации один с другим, чтобы создать вариации описанных способов и вариантов осуществления. Пояснение отдельных элементов может включать несколько элементов и наоборот. Ссылки на по меньшей мере одну позицию могут включать одну или несколько позиций. Также, различные аспекты вариантов осуществления могут быть применены совместно одни с другими для достижения разъясненных целей данного изобретения. Если контекст не указывает иное,

термин "содержать" или его вариации, такие как "содержит" или "содержащий", должен пониматься как подразумевающий включение по меньшей мере указанного элемента или стадии или группы элементов или стадий или их эквивалентов и не исключающий большее численное количество или любой другой элемент или стадию или группу элементов или стадий или их эквивалентов. Устройство или система могут быть применены в различных направлениях или ориентациях. Порядок стадий может быть выполнен в различных последовательностях, если конкретно не указано иное. Различные стадии, описанные в данном документе, могут быть объединены с другими стадиями, в качестве стадий, включенных между установленными стадиями и/или разделенных на несколько стадий. Аналогичным образом, элементы описаны с функциональной точки зрения и могут быть реализованы в качестве отдельных компонентов или могут быть объединены в виде компонентов, обладающих несколькими функциями. Термин "поток продукта" означает поток текучей среды, который оставляет устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР) или устройство для парофазного крекинга в качестве продукта, такого как этилен, пропилен, топливный газ или нефтяное топливо. Термин "поток промежуточного продукта" означает поток текучей среды между компонентами системы, включая те, которые рециркулируют между устройством для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройством для парофазного крекинга. В некоторых случаях, весь поток текучей среды или его часть могут быть использованы в качестве продукта или в качестве потока для рециркуляции. Некоторые элементы обозначены посредством названия устройства для простоты и должны пониматься как включающие систему или секцию, например, "аппарат для быстрого охлаждения" будет включать систему для быстрого охлаждения или секцию для быстрого охлаждения, и т.д.

Данное изобретение предоставляет систему и способ для рециркуляции потока промежуточных продуктов, по меньшей мере, бензина, от устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) к устройству для парофазного крекинга для обработки исходного сырья в устройстве для парофазного крекинга, чтобы создать более высокое процентное содержание этилена и пропилена. Исходное сырье для устройства для парофазного крекинга может являться этаном.

По меньшей мере в одном варианте осуществления способ и связанная с ним система могут быть обобщены следующим образом:

- объединение устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) с устройством для парофазного крекинга;

- поддержание по меньшей мере части потока выходящего продукта от секции разделения реактора для преобразования метанола в пропилен (МТР), которая удаляет оксигенаты независимо от секции разделения устройства для парофазного крекинга,

- преобразование всех или части побочных продуктов устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) (включающих парафины, непрореагировавшие C₄/C₅/C₆/C₇+ олефины, другие C₄/C₅/C₆/C₇+ алифатические компоненты, этан и пропан) в устройстве для парофазного крекинга при применении термического пиролиза, чтобы получить легкие олефины (этилен и пропилен) и отделенные C₄ и C₅ побочные продукты;

- селективная гидрогенизация отделенного побочного C₄ продукта (и необязательно отделенного побочного C₅ продукта) в устройстве для парофазного крекинга, чтобы преобразовать диолефины в олефины и получить C₄ продукт, обогащенный олефинами (и необязательно C₅ продукт, обогащенный олефинами); и

- рециркуляция C₄ продукта, обогащенного олефинами, от устройства для парофазного крекинга (и необязательно C₅ продукта, обогащенного олефинами) к реактору для преобразования метанола в пропилен (МТР) для преобразования C₄ (и необязательно C₅) олефинов в легкие олефины (этилен и пропилен).

Выгодным образом, функционирование и конструктивное исполнение устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) могут быть направлены на получение максимально легких олефинов (этилена и пропилена). Эта направленность может не включать рециркуляцию какого-либо потока, содержащего значительные количества этилена, к реактору для преобразования метанола в пропилен (МТР). Иными словами, объемы производства этилена и пропилена могут быть увеличены посредством крекинга побочных продуктов от преобразования метанола в пропилен (МТР) в устройстве для парофазного крекинга и снабжения реактора для преобразования метанола в пропилен (МТР) C₄ (и необязательно C₅) олефиновым побочным продуктом от устройства для парофазного крекинга. Изобретение будет функционировать вместе с автономными устройствами для преобразования метанола в пропилен (МТР), базирующимися на подаче исходного метанола, интегрированными устройствами для преобразования газа в пропилен (интегрированными устройствами для риформинга метанола и устройствами для преобразования метанола в пропилен (МТР)), интегрированными устройствами для преобразования угля в пропилен (при интегрировании газификации угля, очистки синтез-газа, синтеза метанола и синтеза с преобразованием метанола в пропилен (МТР)), и любым другим процессом преобразования оксигената в олефин. Не все продукты требуется рециркулировать описанным образом. В зависимости от конъюнктуры рынка система и процесс могут быть модифицированы, чтобы селективным образом получать различные процентные содержания (включая нулевой процент) типичных потоков продукта.

Фиг. 1 представляет собой типичную блок-схему для системы и процесса для объединенного устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройства для парофазного крекинга при текучих средах, рециркулируемых селективным образом. Данное расположение может служить примером интегрирования устройства для преобразования олефина в пропилен с устройством для крекинга для модифицированного решения. При ссылке на фиг. 1 система 2 и связанный процесс включают часть, которая с функциональной точки зрения может быть описана как устройство 2 для преобразования метанола в пропилен ("МТР"), и часть, которая с функциональной точки зрения, может быть описана как устройство 6 для парофазного крекинга. Устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР) показано как узел, отдельный от устройства для парофазного крекинга. Наряду с тем, что возможно физическое разделение, предполагают, что по меньшей мере в одном варианте осуществления комбинированное устройство будет интегральным образом соединено при функционировании одних компонентов с другими, и, соответственно, разграничение имеет место вдоль функциональных линий.

Начиная с устройства 4 для преобразования метанола в пропилен (МТР), исходное сырье, такое как метанол, может быть предоставлено в каталитический реактор 8 для преобразования метанола в пропилен (МТР). Для того, чтобы улучшить рабочие условия в реакторе для преобразования метанола в пропилен (МТР), может быть применимо, по меньшей мере, частичное преобразование метанола в диметиловый эфир (DME) в каталитическом реакторе выше по течению потока от реактора для преобразования метанола в пропилен (МТР), при применении способов, известных обычным специалистам в данной области техники. Промежуточный технологический поток от реактора 8 для преобразования метанола в пропилен (МТР) может протекать через аппарат 10 для быстрого охлаждения с внутренним водяным циклом, чтобы охлаждать поток и конденсировать реакционную воду, и затем в компрессор 12. Некоторая часть воды от аппарата для быстрого охлаждения может быть рециркулирована в реакторы для преобразования метанола в пропилен (МТР). Избыточная реакционная вода от дегидратации метанола в каталитическом реакторе может быть выпущена из аппарата 10 для быстрого охлаждения в трубопровод 22 для протекания воды. Аппарат для быстрого охлаждения удаляет уже некоторые из оксигенатов из выходящего продукта от реактора. Их обычно извлекают из воды, например, в колонне, перед выпуском. Компрессор 12 может являться многоступенчатым компрессором, который обычно обеспечивает промежуточное охлаждение и частичную конденсацию. Некоторая часть воды, отделенной от конденсата в компрессоре 12, может быть рециркулирована в аппарат 10 для быстрого охлаждения, и избыточная вода может быть выпущена в трубопровод 22 для протекания воды. Потoki промежуточных продуктов (углеводородного пара и углеводородной жидкости) из компрессора 12 могут быть предоставлены в секцию 14 разделения метанола и пропилена (МТР) для процесса фракционирования и дополнительного удаления оксигенатов. Секция 14 разделения метанола и пропилена (МТР) обычно включает фракционирующие колонны и другое оборудование для разделения и связанное оборудование, применяемое в устройстве для преобразования метанола в пропилен (МТР), чтобы разделять различные компоненты в потоке, выходящем из каталитического реактора, на потоки продукта и потоки промежуточных продуктов. В секции разделения метанола и пропилена (МТР) оксигенаты могут быть удалены из, по меньшей мере, тяжелой органической фазы (бензина).

Секция разделения 14 может также производить углеводородный поток из различных углеводородов, предпочтительно C4, C5 и/или C6, который может быть рециркулирован назад через трубопровод 16 в реактор 8 для преобразования метанола в пропилен (МТР). Секция разделения 14 может отделять оксигенаты таким образом, что потоки, поданные в устройство 6 для парофазного крекинга через трубопроводы 18 и 20, имеют лишь следовое содержание оксигенатных компонентов, которое не будет негативным образом влиять на функционирование устройства для парофазного крекинга. Оксигенаты рециркулируют назад в реактор для преобразования метанола в пропилен (МТР). По трубопроводу 18 могут протекать промежуточные технологические потоки C5 и более тяжелых компонентов, таких как бензин, и/или C4 компонентов. По трубопроводу 20 могут протекать более легкие продукты, C2 или C3, легкие фракции или их комбинация в качестве промежуточного технологического потока легких фракций. В по меньшей мере одном варианте осуществления бензин (и сжиженный нефтяной газ (LPG)) в качестве промежуточного технологического потока может быть направлен в печь 30 для крекинга в устройстве 6 для парофазного крекинга и добавлен к этановому первичному исходному сырью, которое подают в печь 30 для крекинга. В зависимости от составов промежуточных технологических потоков от устройства 4 для преобразования метанола в пропилен (МТР), одна или несколько печей, иных, чем печь для крекинга для этанового исходного сырья, может потребоваться, чтобы преобразовать промежуточные технологические потоки C5 и выше. Кроме того, поток легких фракций, C2, C3 или их комбинации может быть направлен в компрессор 34 в устройстве 6 для парофазного крекинга, как описано выше.

Способы уменьшения содержания олефинов в промежуточном процессе в устройстве для преобразования метанола в пропилен (МТР) могут варьироваться, как известно обычным специалистам в данной области техники, и могут содержать стадии дистилляции и экстрагирования. Примеры таких стадий описаны в патенте США № 8058498 и заявке на США № 2013/0060073 A1.

Этановое исходное сырье и комбинацию сжиженного нефтяного газа (LPG) и бензина, подаваемую через трубопровод 18, по меньшей мере, частично крекируют в печи 30 для крекинга и подают в аппарат

32 для быстрого охлаждения. Промежуточный технологический поток от секции разделения 14 устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР), содержащий легкие фракции и С2 и С3, протекает через трубопровод 20 в компрессор 34. Промежуточный технологический поток в трубопроводе 20 может быть объединен с промежуточным технологическим потоком от аппарата 32 для быстрого охлаждения, который протекает в компрессор 34. Промежуточный поток продукта от компрессора 34 подают в секцию 36 разделения крекированного продукта. Секция 36 разделения крекированного продукта может включать промывку едкой щелочью, сушилку, С2 гидрогенизатор и/или фракционирующие колонны и другое оборудование для разделения и связанное оборудование, применяемое в устройстве для парофазного крекинга, чтобы разделять различные компоненты выходящего продукта из печи для крекинга на потоки продуктов и потоки промежуточных продуктов. Различные функции могут выполняться в одном или нескольких узлах, которые объединены для секции разделения 36. Трубопроводы для потоков продуктов от секции разделения 36 включают трубопровод 38, по которому может протекать топливный газ, трубопровод 40, по которому протекает этилен, трубопровод 42, по которому может протекать пропилен, и трубопровод 44, по которому может протекать пиролизный бензин ("пиробензин") и/или нефтяное топливо.

Также в секции разделения 36 С4 компоненты могут быть отделены на стадии фракционирования и необязательно поданы в гидрогенизатор 48 в качестве промежуточного технологического потока, с образованием отделенного потока одного или нескольких побочных продуктов. Гидрогенизатор 48 может селективным образом гидрогенизировать диолефины в С4 промежуточном технологическом потоке, чтобы преобразовать диолефины в олефины и увеличить содержание С4 олефинов в этом потоке, создавая тем самым поток, обогащенный олефинами. Такой промежуточный технологический поток может протекать через трубопровод 52 назад к реактору 8 для преобразования метанола в пропилен (МТР) устройства 4 для преобразования метанола в пропилен (МТР), чтобы способствовать оптимизации селективности потоков в отношении легких олефинов, в особенности пропилена. Также промежуточный технологический поток с этаном и пропаном в качестве компонентов от секции разделения 36 может быть рециркулирован через трубопровод 50 назад к печи 30 для крекинга, чтобы смешивать его с поступающим этановым исходным сырьем и промежуточным технологическим потоком бензина (и сжиженного нефтяного газа (LPG)), как описано выше.

Фиг. 2 представляет собой другую типичную блок-схему для системы и процесса для объединенного устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройства для парофазного крекинга при текучих средах, рециркулируемых селективным образом. В то время как фиг. 1 показывает типичный вариант осуществления в качестве модифицированной компоновки для существующих устройств, фиг. 2 показывает типичный вариант осуществления комбинированной системы и процесса, которые были конструктивно исполнены с учетом данной комбинации. По меньшей мере в одном аспекте, устройство 6 для парофазного крекинга включает печь для жидкофазного крекинга, отделенную от печи для газофазного крекинга для большей оптимизации рециркулированных промежуточных технологических потоков. Система в целом подобна той, что описана для фиг. 1.

В устройстве 4 для преобразования метанола в пропилен (МТР) метанольное исходное сырье, потенциально после первой реакционной стадии преобразования в диметиловый эфир (DME) в предварительном реакторе, подают в реактор 8 для преобразования метанола в пропилен (МТР), чтобы получить промежуточный технологический поток, который резко охлаждают в аппарате 10 для быстрого охлаждения, сжимают в компрессоре 12 и затем очищают и обедняют оксигенатами в секции 14 разделения метанола и пропилена (МТР). Эти стадии были описаны более подробно в абзаце [0026], который может быть также применен здесь. Разделение производит углеводородный поток С4, С5 и/или С6, который рециркулируют назад через трубопровод 16 в реактор для преобразования метанола в пропилен (МТР). Секция разделения 14 производит технологический поток пропилена через трубопровод 24. Секция разделения 14 также производит бензин (и сжиженный нефтяной газ (LPG) из С3 и/или С4) в качестве промежуточного технологического потока в трубопроводе 18, который может быть подан в печь 30А для жидкофазного крекинга устройства 6 для парофазного крекинга. Сжиженный нефтяной газ (LPG) в этом процессе может включать пропан в качестве более легкой текучей среды, чем процесс на фиг. 1. Также легкие фракции и С2 от секции разделения 14 могут протекать через трубопровод 20 в компрессор 34. Промежуточный технологический поток от печи 30А для жидкофазного крекинга может протекать в аппарат 32 для быстрого охлаждения.

Этановое исходное сырье направляют в печь 30В для газофазного крекинга. Промежуточный технологический поток, выходящий из печи для газофазного крекинга, направляют также в аппарат 32 для быстрого охлаждения и смешивают с промежуточным технологическим потоком от печи 30А для жидкофазного крекинга. Объединенные резко охлажденные потоки направляют в компрессор 34, где объединенный промежуточный технологический поток дополнительно объединяют с промежуточным технологическим потоком в трубопроводе 20 из легких фракций и С2. Объединенный поток после сжатия подают в секцию 36 разделения крекированного продукта, которая может включать промывку едкой щелочью, сушилку, С2 гидрогенизатор и/или фракционирующие колонны. Различные функции могут выполняться в одном или нескольких узлах, которые объединены для секции разделения 36. Трубопроводы для

потоков продуктов от секции разделения 36 включают трубопровод 38, по которому может протекать топливный газ, трубопровод 40, по которому протекает этилен, и трубопровод 44, по которому может протекать пиролизный бензин ("пиробензин") и/или нефтяное топливо. Другие продукты могут быть применены в качестве промежуточных технологических потоков для дополнительной обработки. Например, промежуточный технологический поток С3 углеводородов, таких как пропан и пропилен, из секции 36 разделения крекированного продукта может быть рециркулирован через трубопровод 42 назад в секцию 14 разделения метанола и пропилена (МТР) в устройстве 4 для преобразования метанола в пропилен (МТР). Также промежуточный технологический поток С4 компонентов, включающих диолефины, может быть отделен из секции разделения 36 и селективным образом гидрогенизирован в гидрогенизаторе 48, чтобы преобразовать диолефины в олефины и тем самым увеличить содержание олефинов в этом потоке и образовать С4 продукт, сравнительно обогащенный олефинами. Этот поток может затем быть рециркулирован назад через трубопровод 52 в реактор 8 для преобразования метанола в пропилен (МТР). Гидрогенизированный С4 продукт может быть преобразован в процессе преобразования метанола в пропилен (МТР) в С2 и С3 олефины. Другой промежуточный технологический поток, обычно содержащий этан от секции разделения 36, может быть рециркулирован через трубопровод 50 в печь 30В для газофазного крекинга, чтобы быть объединенным с поступающим в нее этановым исходным сырьем.

Промежуточный технологический поток С4 компонентов, включающих диолефины, обычно является отделенным С4 продуктом, обычно образованным в секции разделения устройства для парофазного крекинга, который содержит С4 олефины и диолефины в различных концентрациях. Эти концентрации зависят в значительной степени от структуры устройства для крекинга, исходного сырья и потенциального объединения с устройством для преобразования олефинов в пропилен. Типичный интервал массовой концентрации составляет от 50% диолефинов для устройства для жидкофазного крекинга лигроина до 70% для устройства для газофазного крекинга этана. Диолефины могут в некоторых случаях быть извлечены в качестве бутадиена и образовывать побочный продукт. Для объединения с устройством для преобразования метанола в пропилен (МТР) является выгодным гидрогенизирование селективным образом диолефинов до олефинов, которые реагируют успешным образом в каталитическом реакторе устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) и увеличивают выход легкого олефина. Если экстрагирование бутадиена выполняют по локализованным причинам, возможно направлять С4 поток, объединенный бутадиеном, или его фракции, в устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР).

Для описания некоторые из преимуществ данного изобретения, различные примеры были рассчитаны при применении программных средств имитационного моделирования для устройства 4 для преобразования метанола в пропилен (МТР) и устройство 6 для парофазного крекинга, чтобы сравнить автономные устройства и три стадии объединения. Для стадии объединения 1, легкие фракции и С2 направляют в качестве промежуточного технологического потока посредством трубопровода 20, и побочные С3 и С4 продукты от преобразования метанола в пропилен (МТР) в качестве промежуточных технологических потоков направляют через трубопровод 18 и преобразуют в легкие олефины посредством пиролиза в устройстве 6 для парофазного крекинга. Для стадии объединения 2, дополнительно побочный продукт от преобразования метанола в пропилен (МТР), бензин, подают в качестве промежуточного технологического потока через трубопровод 18 и преобразуют в легкие олефины посредством пиролиза в устройстве 6 для парофазного крекинга. Для стадии объединения 3, в дополнение к объединению, описанному в качестве стадий 1 и 2, отделенный побочный С4 продукт от устройства для парофазного крекинга преобразуют в С4 гидрогенизаторе 48 в легкие олефины в реакторе для преобразования метанола в пропилен (МТР).

Различные меры, описанные для указанных трех стадий могут быть объединены различным образом. Не все действия одной стадии должны быть выполнены совместно, и стадии не должны быть выполнены в той последовательности, как описано выше или в примерах. Оптимальное решение для каждого объединения в значительной степени зависит от фактического конструктивного исполнения и исходного сырья для устройства для парофазного крекинга и других локальных условий.

Объединение устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) - устройства для парофазного крекинга для объектов, начиная "с нуля", было исследовано. В качестве ссылки, два автономных устройства рассматривали при средних условиях эксплуатации катализаторов и коэффициенте поточной эксплуатации 8400 ч в год.

Три последовательных степени объединения будут применены для случая исследования, начиная "с нуля", которое объединяет два отдельных и автономных первичных устройства:

Устройство Лурги МТР™ с паспортной производительностью 1410 т в сутки пропилена в расчете на 5000 т в сутки исходного метанола.

Устройство для парофазного крекинга, производящее 1000 т в год этилена, исходное сырье этан, печи для крекинга Technip SMK™, этан и пропан рециркулируются до их аннулирования.

Ссылка: Общий материальный баланс для двух автономных устройств представлен в табл. 1, принимая во внимание средние условия функционирования катализаторов и величину поточной эксплуатации, составляющую 8400 ч/год.

Таблица 1. Автономное устройство для парового крекинга+Автономное устройство для преобразования метанола в пропилен (МТР)

Общий материальный баланс				
Углеводородные продукты	Устройство для крекинга, килотонн/год	Преобразование метанола в пропилен (МТР), килотонн/год	Суммарно килотонн/год	масс. %
Этилен	1000	26,4	1026	50,0%
Пропилен	22,5	500	523	25,4%
Топливный газ	197	13,2	210	10,2%
Необработанный отделенный C4/Сжиженный нефтяной газ (LPG)	35,8	37,2	73,0	3,6%
Пиробензин/Бензин	30,1	188	218	10,6%
Нефтяное топливо	3,9	–	3,9	0,2%
Общее количество углеводородов	1289	765	2054	100%

Стадия объединения 1:

На этой стадии

C2 и более легкие углеводороды от преобразования метанола в пропилен подают в устройство для парового крекинга выше по течению потока от промывки едкой щелочью,

C3, отделенные от устройства для крекинга, подают в секцию разделения 14 в узле для преобразования метанола в пропилен (МТР),

Пропан от секции разделения 14, который не объединяется с пропаном, образованным в реакторе для преобразования метанола в пропилен (МТР), пропаном, образованным в печах устройства для парового крекинга, смешивают с C4 от преобразования метанола в пропилен (МТР). Эта C3/C4 смесь, которая также была подвергнута улучшенному извлечению кислорода, подают в печи для крекинга в устройстве для парового крекинга.

Посредством этой конфигурации, C2 и легкие фракции от преобразования метанола в пропилен (МТР) извлекают и фракционируют в устройстве для парового крекинга. В заключение, этан от преобразования метанола в пропилен (МТР) этан и сжиженный нефтяной газ (LPG) от преобразования метанола в пропилен (МТР) (C3/C4) применяют в качестве дополнительного сырья для печей для крекинга.

Стадия объединения 2:

На второй стадии объединения в дополнение к объединению, описанному на стадии 1, бензин от преобразования метанола в пропилен (МТР) подают в устройство для парового крекинга в качестве исходного продукта для печи для жидкофазного крекинга, при применении спиральной технологии Technip GK6® в этом характерном примере. Поскольку бензин от преобразования метанола в пропилен (МТР) содержит очень небольшие количества диолефинов, не требуется частичная или полная гидрогенизация потока перед его подачей в печь для крекинга. Выходы парового крекинга при однократной циркуляции, оцененные посредством программного обеспечения Technip SPYRO®, показывают, что примерно 30% бензина от преобразования метанола в пропилен (МТР) может быть непосредственным образом преобразовано в легкие олефины. В автономном устройстве для преобразования метанола в пропилен (МТР) полученный бензин, как правило, применяют в качестве базового компонента с низким содержанием серы для компаундированных сортов бензина. Дополнительное улучшение преобразования бензина в легкие олефины может быть достигнуто посредством гидрогенизации бензина от преобразования метанола в пропилен (МТР) перед его подачей в устройство для парового крекинга. Эта стадия гидрогенизации для преобразования олефинов в парафины может быть выполнена, чтобы дополнительно увеличить выход крекинга в отношении этилена и пропилена.

Стадия объединения 3:

На третьей стадии объединения потоки, обогащенные олефинами, от устройства для парового крекинга подают в реактор для преобразования метанола в пропилен (МТР) для преобразования в пропилен, при применении предпочтительно C4 углеводородов, отделенных из устройства для парового крекинга. Как правило, преобразование отделенных C4 находится в конкуренции с другими потенциальными применениями потока, такими как экстрагирование бутадиена или рециркулирование C4 потока к

печами для крекинга. Для третьей стадии объединения, показано рециркулирование всех C4 углеводородов, отделенных после частичной гидрогенизации диолефинов. Один или несколько потоков, обогащенных олефинами, от устройства для парового крекинга могут также быть применены также в качестве исходного сырья для реактора для преобразования метанола в пропилен (МТР), при условии, что поток не содержит значительных количеств диолефины или ароматических соединений.

Результаты стадий объединения: По сравнению с двумя автономными устройствами, первая стадия объединения приводит к несколько более низкой производительности получения пропилена. Несмотря на то, что этот результат может казаться неожиданным, он фактически находится в соответствии с преимуществом в увеличении производительности получения легких олефинов. Это является преднамеренным результатом от конструктивного исполнения упрощений, сделанных в интегрированном узле для преобразования метанола в пропилен (МТР). Стадия объединения 3 может повышать производительность получения легких олефинов (этилен+пропилен) почти на 10%, наряду с уменьшением количества побочных продуктов почти на 30%.

Таблица 2. Объединение устройства для преобразования метанола в пропилен (МТР) - устройства для парового крекинга

Случай исследования, начиная "с нуля"				
Резюме стадий объединения				
Продукты, килотонн/год	Автономные устройства 1+1	Стадия 1	Стадия 2	Стадия 3
Этилен	1026	1086	1120	1132
Пропилен	523	507	533	556
Общие легкие олефины	1549	1593 + 3%	1653 + 7%	1688 + 9%
Топливный газ	210	218	237	245
Необработанный отделенный C4/Сжиженный нефтяной газ (LPG) включая бутadiен	73	36	54	0
Пиробензин/Бензин	218	203	80	88
Нефтяное топливо	4	4	30	33
Суммарные побочные продукты	505	461 - 9%	401 - 21%	366 - 28%
Общее количество углеводородов	2054	2054	2054	2054

Другие и дополнительные варианты осуществления, применяющие один или несколько особенностей данного изобретения, описанного выше, могут быть разработаны без отклонения от сущности изобретения заявителя. Например, процессы и система могут быть изменены, чтобы получать различные процентные содержания некоторых продуктов по отношению к другим продуктам, наряду с другими вариациями, которые могут иметь место при нахождении в пределах объема формулы изобретения.

Данное изобретение было описано применительно к предпочтительным и иным вариантам осуществления, и не каждый вариант осуществления данного изобретения был описан. Очевидные модификации и изменения в описанных вариантах осуществления могут быть сделаны обычными специалистами в данной области техники. Раскрытые и нераскрытые варианты осуществления не предполагают лимитирование или ограничение объема или применимости данного изобретения, представленного заявителем, а, напротив, в соответствии с патентным законодательством, заявитель имеет в виду полную защиту всех таких модификаций и улучшений, которые входят в объем или серию эквивалентов представленной ниже формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения углеводородов при помощи комбинированной установки конверсии метанола в пропилен ("МТР"), включающей, по меньшей мере, каталитический реактор и устройство парового крекинга, где способ включает следующие стадии:

подачу потока, содержащего по меньшей мере часть метанола и диметилового эфира, в каталитический реактор для получения первого промежуточного технологического потока, содержащего пропилен, C4+ оксигенаты и бензин;

обработку первого промежуточного технологического потока из каталитического реактора в секции разделения установки МТР с получением рециркулирующего потока оксигената, потока пропилена и потока бензина, где поток бензина с пониженным содержанием оксигенатов содержит C5 или более тяжелые компоненты;

подачу по меньшей мере части потока бензина из секции разделения установки МТР непосредственно в печь парового крекинга, где происходит превращение бензина в этилен путем некаталитического пиролиза, в результате чего получают второй промежуточный технологический поток, содержащий, по меньшей мере, этилен и C4-диолефиновую фракцию и

обработку второго промежуточного технологического потока из печи парового крекинга в секции разделения крекированного продукта с получением технологического потока продукта, содержащего этилен.

2. Способ по п.1, дополнительно включающий получение технологических потоков этилена, пропилена, топливного газа и нефтяного топлива, пиробензина или их комбинации.

3. Способ по п.1, в котором состав потока бензина остается постоянным, когда поток бензина перетекает из секции разделения установки МТР в печь парового крекинга.

4. Способ по п.1, в котором способ дополнительно включает стадию отделения этана и пропана из второго промежуточного технологического потока во время стадии обработки второго промежуточного технологического потока и стадию рециркуляции этана и пропана в печь парового крекинга.

5. Способ по п.1, в котором печь парового крекинга включает печь жидкофазного крекинга и печь газофазного крекинга, где способ дополнительно включает

подачу потока бензина в печь жидкофазного крекинга и подачу потока исходного этана в печь газофазного крекинга газа и

объединение промежуточных технологических потоков из печи жидкофазного крекинга и печи газофазного крекинга.

6. Способ по п.1, в котором первый промежуточный технологический поток дополнительно содержит фракцию сжиженного нефтяного газа ("LPG"), содержащую по меньшей мере C3 углеводороды, C4 углеводороды или их комбинацию, причем стадия обработки первого промежуточного технологического потока дополнительно включает стадию получения потока сжиженного нефтяного газа, и способ дополнительно включает стадию подачи потока сжиженного нефтяного газа с потоком бензина в печь парового крекинга.

7. Способ по п.1, в котором первый промежуточный технологический поток дополнительно содержит легкую фракцию, содержащую C2 углеводороды, C3 углеводороды или их комбинацию, при этом стадия обработки первого промежуточного технологического потока дополнительно включает стадию получения потока легких фракций, причем способ дополнительно включает стадию подачи потока легких фракций в компрессор, расположенный ниже по потоку от печи парового крекинга, для смешивания со вторым промежуточным технологическим потоком, выходящим из печи парового крекинга.

8. Способ по п.1, в котором обработка второго промежуточного технологического потока дополнительно включает

отделение по меньшей мере одного промежуточного технологического потока, по меньшей мере, от C4 углеводородов, C5 углеводородов или их комбинации, в виде второго отделенного потока из секции разделения крекированного продукта;

и способ дополнительно включает рециркуляцию второго отделенного потока в каталитический реактор.

9. Способ по п.8, дополнительно включающий гидрирование по меньшей мере части второго отделенного потока.

10. Способ по п.1, дополнительно включающий стадию гидрирования потока бензина перед стадией подачи по меньшей мере части потока бензина в печь для парового крекинга.

11. Способ по п.1, в котором второй промежуточный технологический поток имеет объемную скорость потока большую, чем у по меньшей мере части потока бензина, подаваемого в печь парового крекинга.

12. Способ по п.1, в котором второй промежуточный технологический поток получают из потока бензина, подаваемого в печь парового крекинга, и отдельного потока этана, подаваемого в печь парового крекинга.

13. Способ по п.7, в котором во время стадии обработки второго промежуточного технологического потока образуется первый отделенный поток, содержащий С4-диолефиновую фракцию, при этом способ дополнительно включает стадии гидрирования первого разрезанного потока с получением потока С4-олефинов; и рециркуляцию потока С4-олефина в каталитический реактор установки МТР, где в каталитическом реакторе С4-олефины превращаются в пропилен, увеличивая тем самым содержание пропилена в первом промежуточном технологическом потоке.

14. Способ получения углеводородов при помощи комбинированной установки конверсии метанола в пропилен ("МТР"), включающей, по меньшей мере, каталитический реактор МТР и устройство парового крекинга, включающее, по меньшей мере, печь парового крекинга, где способ включает следующие стадии:

подачу потока, содержащего по меньшей мере часть метанола и диметилового эфира, в каталитический реактор для получения первого промежуточного технологического потока, содержащего пропилен, С4+ оксигенаты и бензин;

обработку первого промежуточного технологического потока из каталитического реактора в секции разделения установки МТР с получением рециркулирующего потока оксигената, потока пропилена и потока бензина, где поток бензина с пониженным содержанием оксигенатов содержит С5 или более тяжелые компоненты;

подачу из секции разделения по меньшей мере части побочных продуктов, образующихся в установке МТР, содержащих, по меньшей мере, С5 углеводороды или более тяжелые компоненты, непосредственно в установку парового крекинга, который превращает бензин в этилен; и

превращение по меньшей мере части побочных продуктов, образующихся в установке МТР, в устройстве парового крекинга (SCP) в условиях, эффективных для термического некаталитического пиролиза, с получением промежуточного технологического потока SCP, содержащего этилен и С4-диолефины;

обработку промежуточного технологического потока SCP с получением потока этилена и потока С4-диолефина;

гидрирование потока С4-диолефина с получением потока С4-олефина и

рециркуляцию потока С4-олефина в каталитический реактор МТР, где С4-олефины в потоке С4-олефина превращаются в каталитическом реакторе МТР в пропилен.

15. Способ получения углеводородов при помощи комбинированной установки конверсии метанола в пропилен ("МТР"), включающей, по меньшей мере, каталитический реактор МТР и устройство парового крекинга, где способ включает следующие стадии:

введение потока сырья, содержащего метанол и диметиловый эфир ("DME"), в каталитический реактор МТР в условиях, эффективных для получения первого промежуточного технологического потока, содержащего пропилен, С4+ оксигенаты, фракцию легких углеводородов и бензин, где фракция легких углеводородов содержит С2 углеводороды, С3 углеводороды или их комбинации;

разделение первого промежуточного технологического потока с использованием ректификационной колонны на поток пропилена, рециркулирующий поток кислородсодержащих соединений, содержащий оксигенаты С4+, поток легких фракций и поток бензина;

рециркуляцию потока С4+ оксигената в каталитический реактор МТР;

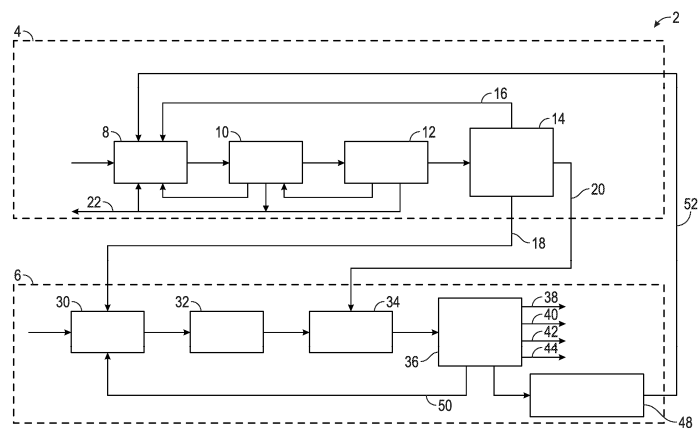
подачу указанного потока бензина вместе с потоком исходного этана непосредственно в печь парового крекинга, работающую в условиях, эффективных для получения второго промежуточного технологического потока, содержащего этилен и С4-диолефиновую фракцию, и при этом поток бензина из установки для фракционирования подают в печь парового крекинга;

сжатие потока легких углеводородов и второго промежуточного технологического потока, с последующей подачей потока легких углеводородов и второго промежуточного технологического потока в секцию разделения крекированного продукта;

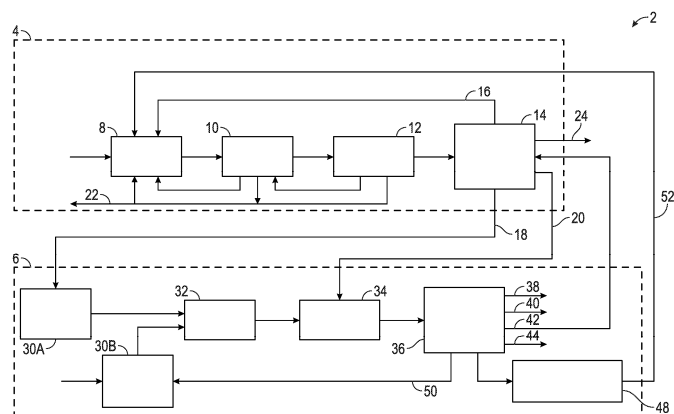
отвод потока топливного газа, потока этилена, потока пропилена, потока пиробензина, потока С2 углеводородов и С3 углеводородов и потока С4-диолефина из секции разделения крекированного продукта;

гидрирование потока С4-диолефина в гидрогенизаторе в условиях, эффективных для получения потока С4-олефинов; и

рециркуляцию потока С4-олефинов в каталитический реактор МТР, где в каталитическом реакторе МТР С4-олефины превращаются в пропилен, увеличивая тем самым содержание пропилена в первом промежуточном технологическом потоке.



Фиг. 1



Фиг. 2

