

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201791244 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2017.10.31

(22) Дата подачи заявки
2015.12.03

(51) Int. Cl. C07C 1/20 (2006.01)
C07C 11/04 (2006.01)
C07C 11/06 (2006.01)
C07C 11/08 (2006.01)

(54) ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ МТО

(31) 62/090,683

(32) 2014.12.11

(33) US

(86) PCT/US2015/063654

(87) WO 2016/094176 2016.06.16

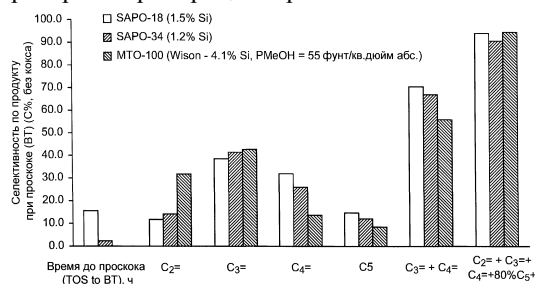
(88) 2016.08.04

(71) Заявитель:
ЮОП ЛЛК (US)

(72) Изобретатель:
Фанк Грегори А., Бодзано Андреа Дж.,
Шенфельдт Николас Дж., Челпанэр
Туласидас, Спикер Вольфганг А.,
Вора Бипин В. (US)

(74) Представитель:
Воль О.И., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Предложен способ получения легких олефинов с помощью процесса превращения метанола в олефины с использованием комбинации катализаторов. Способ регулирует распределение продуктов для этилена, пропилена и бутиленов, позволяя обеспечивать изменение распределения продуктов. Способ включает подачу второго катализатора в реактор в процессе работы.



201791244

A1

A1

201791244

ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ МТО

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Данная заявка испрашивает приоритет на основании предварительной патентной заявки США № 62/090683 от 11 декабря 2014 года, полное содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к превращению оксигенатов в олефины. В частности, данное изобретение относится к превращению метанола в легкие олефины.

Уровень техники

Легкие олефины служат сырьем для производства многочисленных химических продуктов. Легкие олефины традиционно получают с помощью процессов парового или каталитического крекинга. Однако ограниченная доступность и высокая стоимость нефтяного сырья привела к существенному увеличению стоимости производства легких олефинов из такого нефтяного сырья.

Поиск альтернативных материалов для производства легких олефинов привел к использованию оксигенатов, таких как спирты и, в частности, к использованию метанола, этанола и высших спиртов или их производных. Оксигенаты часто получают из более обильных источников сырья, таких как конверсия природного газа в спирты или производство оксигенатов из угля. Известно, что молекулярные сита, такие как микропористые кристаллические цеолиты и нецеолитные катализаторы, в частности силикоалюмофосфаты (SAPO), облегчают превращение оксигенатов в смеси углеводородов, особенно в углеводородные смеси, состоящие в основном из легких олефинов.

Количество легких олефинов, полученное в результате такой переработки, может быть дополнительно увеличено за счет осуществления реакции, т.е. крекинга более тяжелых углеводородных продуктов, в частности более тяжелых олефинов, таких как C₄ и C₅ олефины, в легкие олефины. Например, в переуступленном патенте США № 5914433 (Marker), полное описание которого включено в настоящий документ посредством ссылки, раскрыт способ получения легких олефинов, включающих олефины с 2-4 атомами углерода в молекуле, из оксигенатного сырья. Способ включает поступление оксигенатного сырья в зону конверсии оксигенатов, содержащую металлоалюмофосфатный катализатор, с получением потока легких олефинов.

Пропиленовый и/или смешанный бутиленовый поток выделяют фракционированием из указанного потока легких олефинов и подвергают его крекингу для повышения выхода этиленового (C_2H_4) и пропиленового (C_3H_6) продуктов. Данное сочетание легкого олефинового продукта и крекинга пропилена и бутилена в зоне крекинга в восходящем потоке или в отдельной зоне крекинга обеспечивает гибкость способа, устраняющего ограничения равновесия алюмофосфатного катализатора. Кроме того, изобретение обеспечивает преимущество более длительного срока службы катализатора и большей стабильности катализатора в зоне конверсии оксигенатов.

При непрерывном спросе на легкие олефины по-прежнему существует потребность в дальнейших усовершенствованиях, которые приведут к повышению выхода или снижению затрат на переработку, или же стоимости оборудования.

Сущность изобретения

Хотя ниже следует описание в связи с конкретными вариантами осуществления, следует понимать, что данное описание предназначено для иллюстрации, а не ограничения объема предшествующего описания и прилагаемой формулы изобретения.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой способ получения олефинов в процессе превращения метанола в олефины (МТО), включающий поступление комбинированного катализаторного сырья, содержащего по меньшей мере два разных типа катализаторов, в реактор МТО в составе реакторной системы с псевдооживленным слоем; поступление потока оксигената в реактор МТО для превращения оксигенатов в олефины для образования выходящего потока, содержащего олефины и имеющего распределение олефиновых продуктов; отбор проб выходящего потока для измерения распределения пропилен/этилен/бутилены в составе продуктов; и корректировку комбинированного катализаторного сырья в реактор МТО. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором реактор МТО образует выходящий поток катализатора, причем выходящий поток катализатора далее подается в регенератор катализатора для образования потока регенерированного катализатора. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление части потока регенерированного катализатора в систему хранения. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты

осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление одного типа катализатора из первой емкости для хранения катализатора в реактор МТО. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление выходящего потока в колонну обезвоживания для образования обезвоженного потока, содержащего легкие олефины. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя направление обезвоженного потока в компрессор для образования сжатого технологического потока. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление сжатого технологического потока в установку извлечения диметилового эфира (DME) с образованием выходящего потока DME, содержащего олефины, и рециркуляционного потока DME, содержащего DME. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление выходящего потока в установку извлечения легких олефинов для образования потока этиленового продукта, потока пропиленового продукта и потока тяжелых фракций. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление потока тяжелых фракций в установку крекинга олефинов для образования технологического потока крекинга олефинов, содержащего легкие олефины; и поступление технологического потока олефинов в установку извлечения легких олефинов. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление первого катализаторного сырья, содержащего первый катализатор, в устройство перемешивания катализаторов; поступление второго катализаторного сырья, содержащего второй катализатор, в устройство перемешивания катализаторов для образования комбинированного катализаторного сырья; и поступление

комбинированного катализаторного сырья в реактор МТО. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя использование установки извлечения легких олефинов для получения потока бутенового продукта. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя поступление части потока этиленового продукта и части потока бутенового продукта в реактор метатезиса для образования потока пропилена и потока побочных продуктов.

Второй вариант осуществления изобретения представляет собой способ получения легких олефинов, включающий в себя поступление первого катализаторного сырья, содержащего первый катализатор, в реактор МТО, при этом реактор МТО входит в состав реакторной системы с псевдооживленным слоем; поступление потока оксигената в реактор МТО с образованием выходящего потока, содержащего олефины и имеющего распределение пропилен к этилену в составе продуктов, для конверсии оксигенатов в олефины; отбор проб выходящего потока для измерения распределения пропилен/этилен/бутилены в составе продуктов; продолжение подачи первого катализаторного сырья в реактор МТО до достижения желательного распределения вторых олефиновых продуктов; прекращение подачи первого катализаторного сырья в реактор МТО; поступление второго катализаторного сырья, содержащего второй катализатор, в реактор МТО; отбор проб выходящего потока для измерения распределения пропилен/этилен/бутилены в составе продуктов; и продолжение подачи второго катализаторного сырья в реактор МТО до достижения нового распределения пропилен/этилен/бутилены в составе продуктов. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий в себя направление выходящего потока в установку извлечения легких олефинов для образования потока этилена, потока пропилена и потока тяжелых фракций. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий в себя направление потока тяжелых фракций в установку крекинга олефинов для образования выходящего потока крекинга олефинов; и направление выходящего потока

крекинга олефинов в установку извлечения легких олефинов. Способ по п.14, дополнительно включающий образование потока бутенов в установке извлечения легких олефинов. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий в себя поступление части потока этилена и части потока бутенов в установку метатезиса для образования потока метатезиса, содержащего пропилен.

Третий вариант осуществления изобретения представляет собой способ получения олефинов в процессе превращения метанола в олефины, включающий разделение подаваемого оксигенатного сырья на две части; поступление первой части подаваемого оксигенатного сырья в первый реактор МТО, содержащий первый катализатор, для образования первого выходящего из реактора МТО потока; поступление второй части подаваемого оксигенатного сырья во второй реактор МТО, содержащий второй катализатор, для образования второго выходящего из реактора МТО потока; объединение первого выходящего из реактора потока и второго выходящего из реактора потока с образованием объединенного выходящего потока; отбор проб объединенного выходящего потока для измерения распределения пропилен/этилен/бутилены в составе продуктов; и корректировку разделения подаваемого оксигенатного сырья на две части для дальнейшей корректировки объединенного потока продуктов. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий подачу объединенного выходящего потока в установку извлечения DME с образованием технологического потока олефинов и рециркуляционного потока DME. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий направление технологического потока олефинов в установку извлечения легких олефинов для образования потока этилена, потока пропилена и потока тяжелых фракций.

Без дополнительного уточнения считается, что специалист с помощью предшествующего описания сможет использовать настоящее изобретение в его максимальной степени и сможет легко выявить существенные характеристики данного изобретения без отклонения от его сущности и объема, чтобы осуществить различные изменения и модификации изобретения и приспособить его к различным областям

применения и условиям. Поэтому приведенные выше предпочтительные конкретные варианты осуществления следует рассматривать только как иллюстративные и не ограничивающие каким бы то ни было образом остальную часть описания, и что это предполагает охват различных модификаций и эквивалентных компоновок, включенных в пределы сущности и объема прилагаемой формулы изобретения.

В вышеизложенном все температуры приведены в градусах Цельсия, и все части и проценты являются массовыми, если не указано иное.

Другие цели, преимущества и применения настоящего изобретения будут очевидны специалистам в данной области техники из последующего подробного описания и чертежей.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 показано распределение продуктов для трех катализаторов;

на фиг.2 представлен первый вариант осуществления способа;

на фиг.3 представлен второй вариант осуществления способа; и

на фиг.4 представлен третий вариант осуществления.

Подробное описание

Производимые легкие олефины, этилен и пропилен, являются сегодня важными предшественниками химических продуктов, особенно полиэтилена и полипропилена, являющихся главными продуктами. Источником получения этих предшественников служит, главным образом, крекинг нефти. Поиск других источников для производства легких олефинов все чаще осуществляется исходя из соображений стоимости и доступности сырья. Оксигенат, в особенности метанол, может быть конвертирован и используется все в большей степени. Метанол может быть получен из различных источников, включая природный газ и уголь.

Способ конверсии метанола в олефины (МТО) успешно внедрен в промышленность. В патенте США № 6303839 представлен комбинированный способ МТО-крекинга олефинов. Оксигенатное сырье каталитически конвертируют над силикоалюмофосфатным (SAPO) катализатором. Повышение образования легкого олефина также описано в патенте США № 7317133, в котором получаемые более тяжелые олефины направляются в реактор крекинга олефинов для образования технологического потока, содержащего легкие олефины. В процессе крекинга олефинов используется катализатор, отличный от семейства кристаллических силикатов, включающего MFI или MEL. Примеры этих катализаторов включают ZSM-5 или ZSM-11.

Продолжается разработка дополнительных усовершенствований способа, как

например в патенте США № 7568016, где процесс МТО интегрирован с процессом димеризации и процессом метатезиса этилена для повышения выхода пропилена. Процесс димеризации также может использоваться для повышения выхода более тяжелых олефинов в других целях. В патенте США № 7732650 описан способ разделения бутенов вместе с реакциями изомеризации и метатезиса.

Также разработаны способы, которые работают приблизительно в контрольных условиях реактора, как например, в патенте США № 6137022, где реакционная зона работает с ограниченным количеством катализатора, составляющим 15 об.% или менее, и работа регулируется таким образом, чтобы ограничить конверсию сырья в пределах 80-99%.

Другие аспекты включают регулирование процесса с помощью модификаций катализатора, например, ограничения отношения Si/Al₂ в пределах 0,10-0,32, как описано в патенте США № 7763765.

Хотя существуют многочисленные патенты, описывающие интегрированный способ МТО-ОСР для максимального увеличения выхода этилена и пропилена, ни один из этих способов не отличается гибкостью регулирования соотношения пропилен к этилену (P/E) в продуктах. Соотношение P/E в продуктах в значительной степени определяется выходом из реакторов МТО и ОСР. Высокое соотношения P/E, предпочтительно более 3, является желательным из-за повышенной потребности в пропилене. В связи с данным повышением спроса на пропилен, в большей степени, чем на этилен, было обнаружено, что изменение предпочтений в выборе катализатора и повышение давления существенно изменяет не только соотношения продуктов в процессе МТО, но также было установлено, что и скорость дезактивации катализатора снижается, что позволяет увеличить продолжительность цикла и повысить экономичность.

Изменения рынка для разных легких олефинов приводят к тому, что производители химических веществ хотят гибко менять распределение продуктов. Как правило, регулирование распределения продуктов определяется процессом конверсии метанола в олефины (МТО) и конкретным катализатором для получения данного распределения продуктов. Распределение продуктов также может быть модифицировано с помощью определенной дальнейшей переработки, такой как крекинг и метатезис олефинов.

Настоящее изобретение предусматривает модификацию распределения продуктов за счет комбинирования катализаторов, при этом каждый катализатор создает разное

распределение продуктов. На фиг.1 показано распределение продуктов для трех разных катализаторов: SAPO-18 с 1,5% Si, SAPO-34 с 1,2% Si и MTO-100 с 4,1% Si.

Способ получения олефинов в процессе превращения метанола в олефины показан на фиг.2. Способ включает поступление комбинированного катализаторного сырья 8 в реактор 10 МТО. Комбинированное катализаторное сырье содержит по меньшей мере два различных типа катализаторов, которые хранятся в емкости 20а для хранения катализатора. Реактор 10 МТО представляет собой реактор с псевдоожиженным слоем с катализатором, движущимся между реактором 10 и регенератором 30. Поток 6 оксигената поступает в реактор МТО, где он превращается в выходящий поток 12, содержащий олефины, и выходящий поток 12 имеет некоторое распределение олефиновых продуктов. Отбирают пробу выходящего потока 12 для измерения отношения пропилена к этилену. Для корректировки отношения пропилена к этилену катализаторное сырье 8 корректируют для изменения распределения продуктов. Предпочтительное подаваемое оксигенатное сырье содержит спирты и простые эфиры, причем более предпочтительное подаваемое оксигенатное сырье содержит метанол.

Способ также включает образование выходящего потока 14 катализатора, при этом выходящий поток 14 катализатора подается в регенератор 30 катализатора для образования потока 32 регенерированного катализатора. Способ может также включать подачу части регенерированного потока 32 катализатора в систему хранения катализатора, при этом система хранения катализатора может включать в себя одну или более емкостей 20а, b для хранения катализатора. Регенератор 30 включает в себя источник 34 воздуха для выжигания отложений углерода на катализаторе и образует выходящий поток 36 регенерационного газа.

Способ может включать поступление катализатора первого типа из первой емкости для хранения катализатора в реактор 10 МТО, и поступление катализатора второго типа из второй емкости 20b для хранения катализатора в реактор 10 МТО.

Способ также включает поступление выходящего потока 12 в колонну 40 обезвоживания для образования обезвоженного потока 42, содержащего легкие олефины. Обезвоженный поток 42 подается в компрессор 50 для образования сжатого технологического потока 52. Сжатый технологический поток 52 поступает в установку 60 извлечения диметилового эфира (DME) и образует выходящий поток 62 DME, содержащий олефины, и рециркуляционный поток 64 DME, содержащий диметиловый эфир. Рециркуляционный поток 64 DME смешивается с подаваемым оксигенатным сырьем 6 и поступает обратно в реактор 10 МТО.

Выходящий поток 62 DME поступает в установку 70 извлечения легких олефинов с образованием потока 72 этиленового продукта, потока 74 пропиленового продукта и потока продукта 76 тяжелых фракций. Способ может также включать поступление потока 76 тяжелых фракций в установку 80 крекинга олефинов с образованием технологического потока 82 крекинга олефинов, содержащего легкие олефины. Технологический поток 82 олефинов разделяется в секции 90 разделения с образованием потока 92 побочных продуктов и потока 94 легких олефинов. Поток 94 легких олефинов направляется в установку 70 извлечения легких олефинов.

Установка 70 извлечения легких олефинов содержит несколько ректификационных колонн и другое технологическое оборудование для разделения легких олефинов на различные потоки продуктов.

Установку 70 извлечения легких олефинов можно использовать для получения потока 78 бутенового продукта. Способ может также включать поступление части потока 72 этиленового продукта 72 и части потока 78 бутенового продукта в реактор 100 метатезиса для образования потока 102 пропилена и потока 104 побочных продуктов.

Способ может включать поступление первого катализаторного сырья, содержащего первый катализатор, в устройство перемешивания катализаторов, поступление второго катализаторного сырья, содержащего второй катализатор, в устройство перемешивания катализаторов для образования комбинированного катализаторного сырья, и далее поступление комбинированного катализаторного сырья в реактор МТО.

В одном варианте осуществления способ включает поступление первого катализаторного сырья, содержащего первый катализатор, в реактор МТО, при этом реактор МТО является реактором с псевдоожиженным слоем. Поток оксигената подается в реактор МТО, работающий в условиях реакции для образования выходящего потока, содержащего олефины и имеющего распределение продуктов с некоторым отношением пропилена к этилену. Отбирают пробу выходящего потока для измерения отношения пропилена к этилену. Первый катализатор продолжают подавать в реактор МТО до тех пор, пока второе распределение продуктов не станет желательным. Подачу первого катализатора в реактор МТО прекращают. Второе катализаторное сырье, содержащее второй катализатор, подается в реактор МТО с образованием второго выходящего потока из реактора МТО. отбирают пробу второго выходящего потока и измеряют отношение пропилена к этилену. Подачу второго катализаторного сырья продолжают до тех пор, пока новое распределение пропилена к этилену в составе продуктов не станет

желательным.

Способ также включает направление выходящего потока в установку извлечения легких олефинов для образования потока этилена, потока пропилена и потока тяжелых фракций.

В одном варианте осуществления способ, показанный на фиг.3, осуществляется с образованием высокого содержания тяжелых фракций относительно содержания этилена, при этом тяжелые фракции содержат C4+ олефины. Способ включает поступление подаваемого оксигенатного сырья 6 в реактор 10 МТО с образованием выходящего потока 12, содержащего олефины, но с относительно высоким содержанием тяжелых олефинов. Выходящий поток 12 подается в колонну 40 обезвоживания для образования обезвоженного потока 42. Обезвоженный поток 42 подвергают сжатию для получения сжатого потока 52. Сжатый поток 52 обрабатывают для удаления DME в установке 60 извлечения DME с образованием выходящего потока 62 олефинов.

Установка 70 извлечения легких олефинов разделяет выходящий поток 62 олефинов на поток 72 этилена, поток 74 пропилена, поток 76 тяжелых фракций, содержащий C5+ углеводороды, и поток 78 н-бутенов. Поток 72 этилена и поток 78 н-бутенов подаются в установку 110 метатезиса для образования потока 112 пропилена и потока 114 побочных продуктов.

В третьем варианте осуществления способ получения олефинов из оксигенатов включает использование неподвижных слоев для реакторов МТО, как показано на фиг.4. Способ включает разделение подаваемого оксигенатного сырья 104 на две части 106 и 108. Первая часть 106 подается в первый реактор 110 МТО, содержащий первый катализатор, для образования первого выходящего из реактора МТО потока 112. Вторая часть 108 подается во второй реактор 120 МТО, содержащий второй катализатор, для образования второго выходящего из реактора МТО потока 122. Первый выходящий поток 112 и второй выходящий поток 122 объединяют с образованием объединенного потока 124. Проба объединенного потока 124 может быть отобрана для измерения отношения пропилена к этилену в продуктах. Это обеспечивает обратную связь для корректировки разделения подаваемого оксигенатного сырья 106 на две части.

Объединенный поток 124 направляют в колонну 130 обезвоживания для образования обезвоженного технологического потока 132. Обезвоженный технологический поток 132 подают в компрессор 140 для образования сжатого технологического потока 142. Сжатый технологический поток 142 подается в установку 150 извлечения DME для образования потока 152 олефинов DME и рециркуляционного

потока 154 DME. Рециркуляционный поток 154 DME направляется обратно для подачи в реакторы МТО. Поток 152 олефинов DME направляется в установку 160 извлечения легких олефинов для образования потока 162 этилена, потока 164 пропилена, потока 166 бутена и потока 168 тяжелых фракций.

Хотя показаны две реакторные системы МТО с псевдоожиженным неподвижным слоем для использования двух катализаторов в двух отдельных реакторах, такую конфигурацию также можно использовать в качестве двух реакторных систем с псевдоожиженным слоем, где в каждой реакторной системе используется разный катализатор. Система двух реакторов также может обеспечивать разные рабочие условия для разных катализаторов. Это обеспечивает гибкость, позволяющую оптимизировать работу каждого реактора. Клапан-регулятор давления может использоваться в случае объединения двух выходящих потоков из двух реакторов.

Последние испытания показали, что различные катализаторы МТО дают сильно различающуюся картину выхода. Это можно видеть на фиг.1 для трех различных катализаторов МТО. Аналогичным образом, изменение % Si в катализаторе МТО также может менять картину выхода.

Поскольку типичный способ МТО основан на системе с псевдоожиженным слоем, по мере того, как катализатор удаляется из реактора, реактор может быть освобожден от этого катализатора, и второй катализатор может быть подан из отдельной емкости для хранения катализатора для замены удаленного катализатора. Это предусматривает сохранение катализаторов в виде отдельных компонентов.

В таблице 1 приведены результаты, основанные на лабораторных данных по выходу для традиционного катализатора SAPO-34 и для второго катализатора, или катализатора SAPO-18. Используемым оксигенатом был метанол. Оба испытания проводились в условиях температуры 400°C и парциального давления метанола 1,34 МПа. В столбцах 2 и 3 резюмированы выходы для SAPO-34 без OCP и с OCP. OCP оценивали по результатам моделирования на основе известных операций. Для SAPO-34 отношение пропилен к этилену (P/E) в выходе повышалось от 1,39 до 1,68.

Аналогичным образом, в столбцах 4 и 5 резюмированы выходы для SAPO-18 без OCP и с OCP. Результаты для SAPO-18 давали отношение P/E 3,25 и 3,55. По мере изменения спроса на пропилен или этилен катализатор может быть изменен или комбинирован для изменения выхода в соответствии со спросом.

Таблица 1

Катализатор 1	SAPO-34	SAPO-34	SAPO-18	SAPO-18
---------------	---------	---------	---------	---------

Количество катализатора 1, %	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Катализатор 2	-	-	-	-
Количество катализатора 2, %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ОСР	нет	да	нет	нет
Метатезис	нет	нет	нет	нет
C2=	31,0%	34,9%	12,0%	19,8%
C3=	43,0%	58,6%	39,0%	70,3%
C4=	14,0%	0,0%	32,0%	0,0%
C5+=	9,0%	0,0%	14,0%	0,0%
Другие побочные продукты МТО	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Побочные продукты ОСР	0,0%	3,5%	0,0%	6,9%
Побочные продукты метатезиса	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
C3=/C2=	1,39	1,68	3,25	3,55
Всего	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Данный способ при включении метатезиса повышает выход пропилена при потере некоторого количества этилена. Это может быть желательно, поскольку этилен менее значим, чем пропилен. В процессе метатезиса также используются некоторые из более тяжелых компонентов, в частности бутены, которые также менее значимы, чем пропилен.

В таблице 2 показаны результаты комбинирования двух катализаторов в способе получения пропилена. В таблице показаны выходы для двух катализаторов по отдельности и для комбинации из двух катализаторов. Соответственно, относительные количества продукта могут определяться корректировкой относительных содержаний двух разных катализаторов.

Способ показывает, что добавление некоторого количества SAPO-34 в систему с SAPO-18 повышает выход пропилена по сравнению с использованием только одного из катализаторов, когда способ включает метатезис. Это связано с тем, что SAPO-18 имеет более низкий выход этилена и, соответственно, не происходит конверсии большого количества более тяжелых олефинов в пропилен. Добавление относительно небольшого количества SAPO-34 повышает выход этилена, который, в свою очередь, направляется в реактор метатезиса, что приводит к повышению общего выхода пропилена.

Таблица 2

Катализатор 1	SAPO-34	SAPO-18	SAPO-18
Количество катализатора 1, %	100,00%	100,00%	100,00%
Катализатор 2	-	-	SAPO-34
Количество катализатора 2, %	0,00%	0,00%	5,95%
ОСР	да	да	Да
Метатезис	да	да	Да
C2=	25,5%	0,0%	0,0%
C3=	69,2%	90,7%	94,0%
C4=	0,0%	3,2%	0,0%
C5+=	0,0%	0,0%	0,0%

Другие побочные продукты МТО	3,0%	3,0%	3,0%
Побочные продукты ОСР	1,4%	2,1%	2,1%
Побочные продукты метатезиса	0,9%	0,9%	1,0%
C3=/C2=	2,71	не прим.	не прим.
Всего	100,0%	100,0%	100,0%

Хотя изобретение описано с использованием только тех вариантов, которые в данном случае рассматриваются как предпочтительные варианты осуществления, следует понимать, что изобретение не ограничено описанными вариантами осуществления, но предполагает охват различных модификаций и эквивалентных конфигураций, включенных в объем прилагаемой формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения олефинов в процессе превращения метанола в олефины, включающий в себя:

 поступление комбинированного катализаторного сырья, содержащего по меньшей мере два разных типа катализаторов, в реактор МТО в составе реакторной системы с псевдоожиженным слоем;

 поступление потока оксигената в реактор МТО для конверсии оксигенатов в олефины для образования выходящего потока, содержащего олефины и имеющего некоторое распределение олефиновых продуктов;

 отбор проб выходящего потока для измерения распределения пропилен/этилен/бутилены в составе продуктов; и

 корректировку комбинированного катализаторного сырья, поступающего в реактор МТО.

2. Способ по п.1, в котором реактор МТО образует выходящий поток катализатора, который далее подают в регенератор катализатора для образования потока регенерированного катализатора.

3. Способ по п.2, дополнительно включающий поступление части потока регенерированного катализатора в систему хранения.

4. Способ по п.1, дополнительно включающий поступление одного типа катализатора из первой емкости для хранения катализатора в реактор МТО.

5. Способ по п.1, дополнительно включающий поступление выходящего потока в колонну обезвоживания для образования обезвоженного потока, содержащего легкие олефины.

6. Способ по п.1, дополнительно включающий поступление выходящего потока в установку извлечения легких олефинов для образования потока этиленового продукта, потока пропиленового продукта и потока тяжелых фракций.

7. Способ по п.6, дополнительно включающий:

 поступление потока тяжелых фракций в установку крекинга олефинов для образования технологического потока крекинга олефинов, содержащего легкие олефины; и

 поступление технологического потока олефинов в установку извлечения легких олефинов.

8. Способ по п.1, дополнительно включающий:

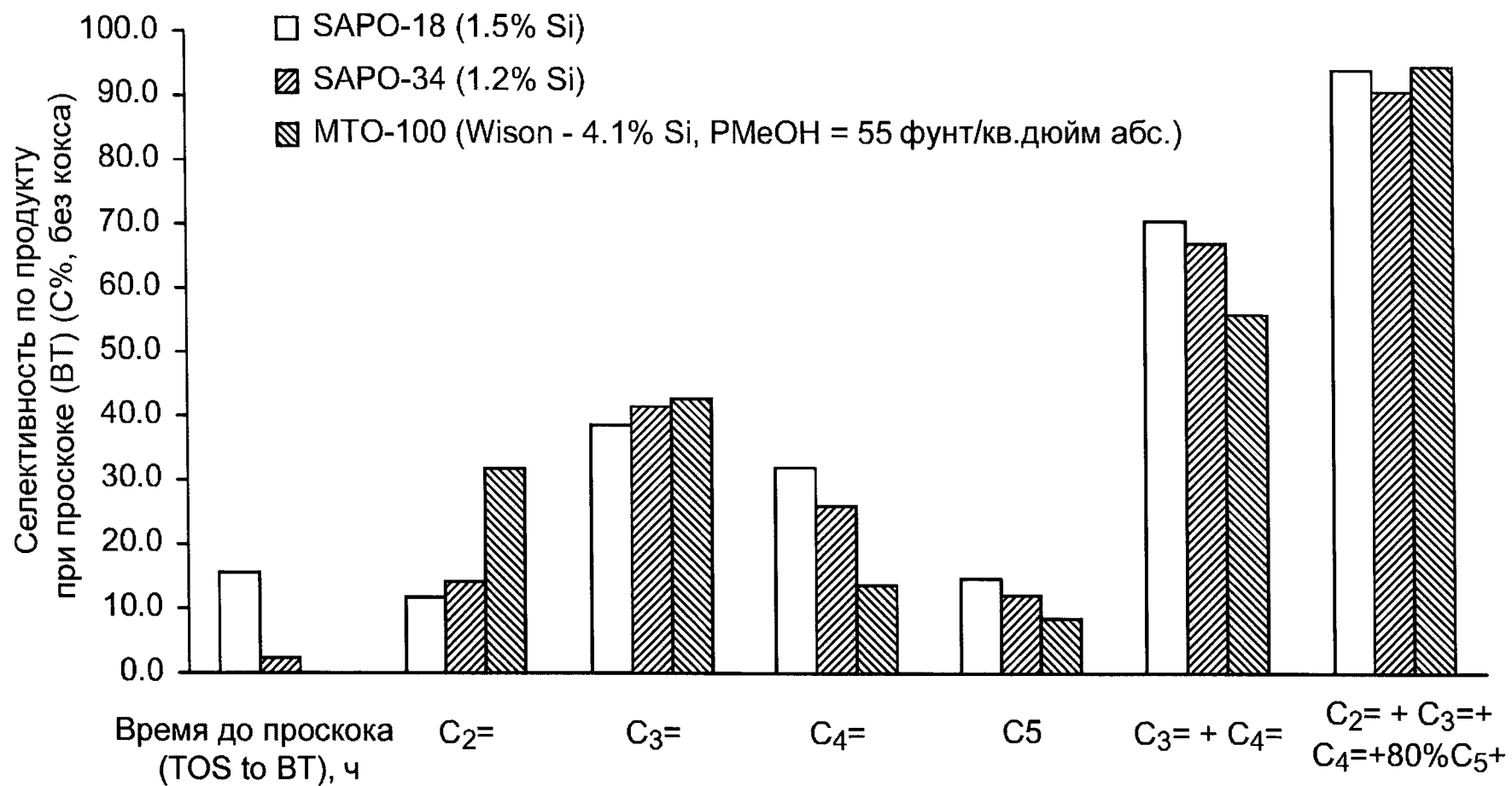
 поступление первого катализаторного сырья, содержащего первый катализатор, в устройство перемешивания катализаторов;

поступление второго катализаторного сырья, содержащего второй катализатор, в устройство перемешивания катализаторов для образования комбинированного катализаторного сырья; и

поступление комбинированного катализаторного сырья в реактор МТО.

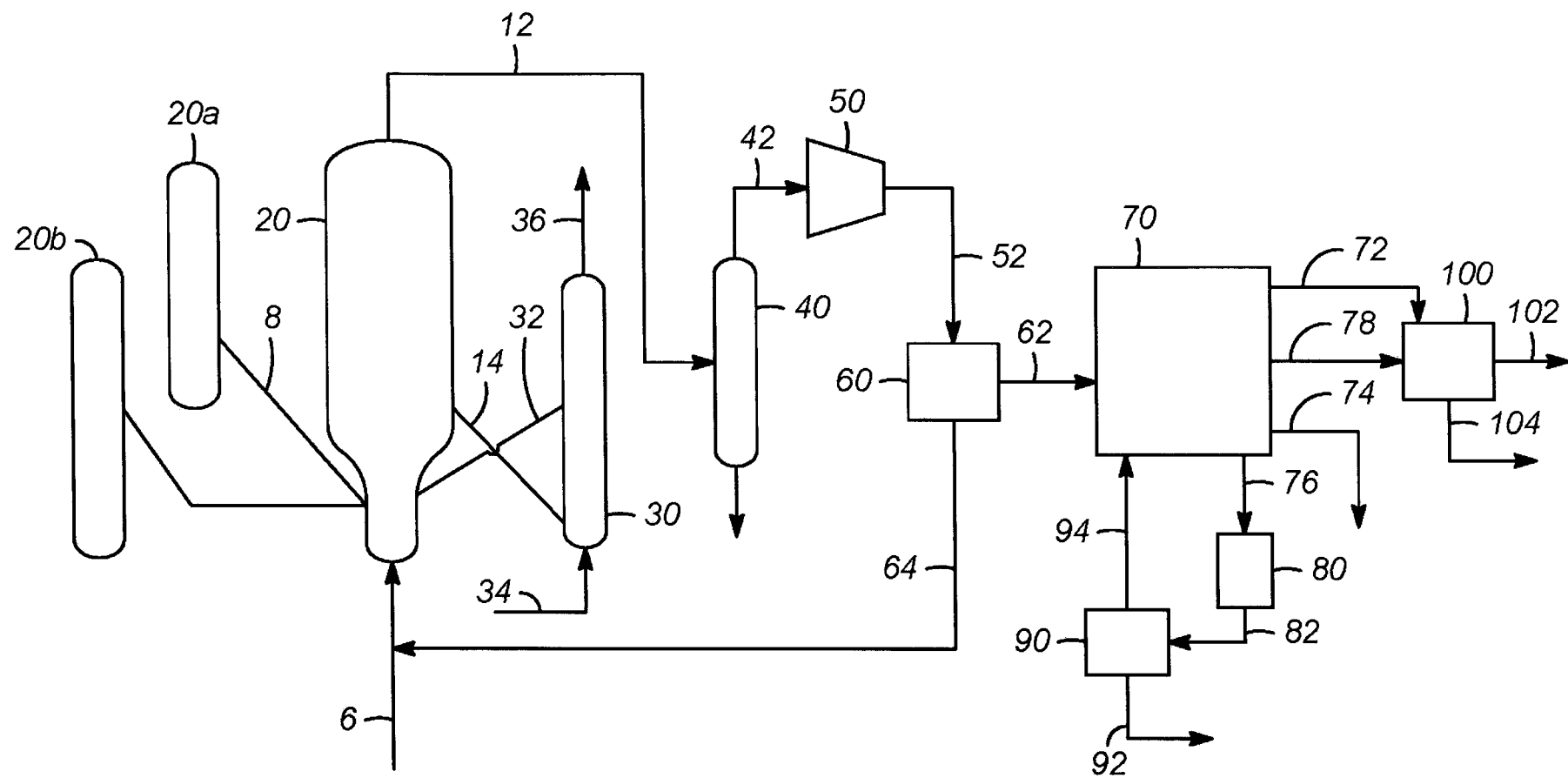
9. Способ по п.6, дополнительно включающий применение установки извлечения легких олефинов для получения потока бутенового продукта.

10. Способ по п.9, дополнительно включающий поступление части потока этиленового продукта и части потока бутенового продукта в реактор метатезиса для образования потока пропилена и потока побочных продуктов.

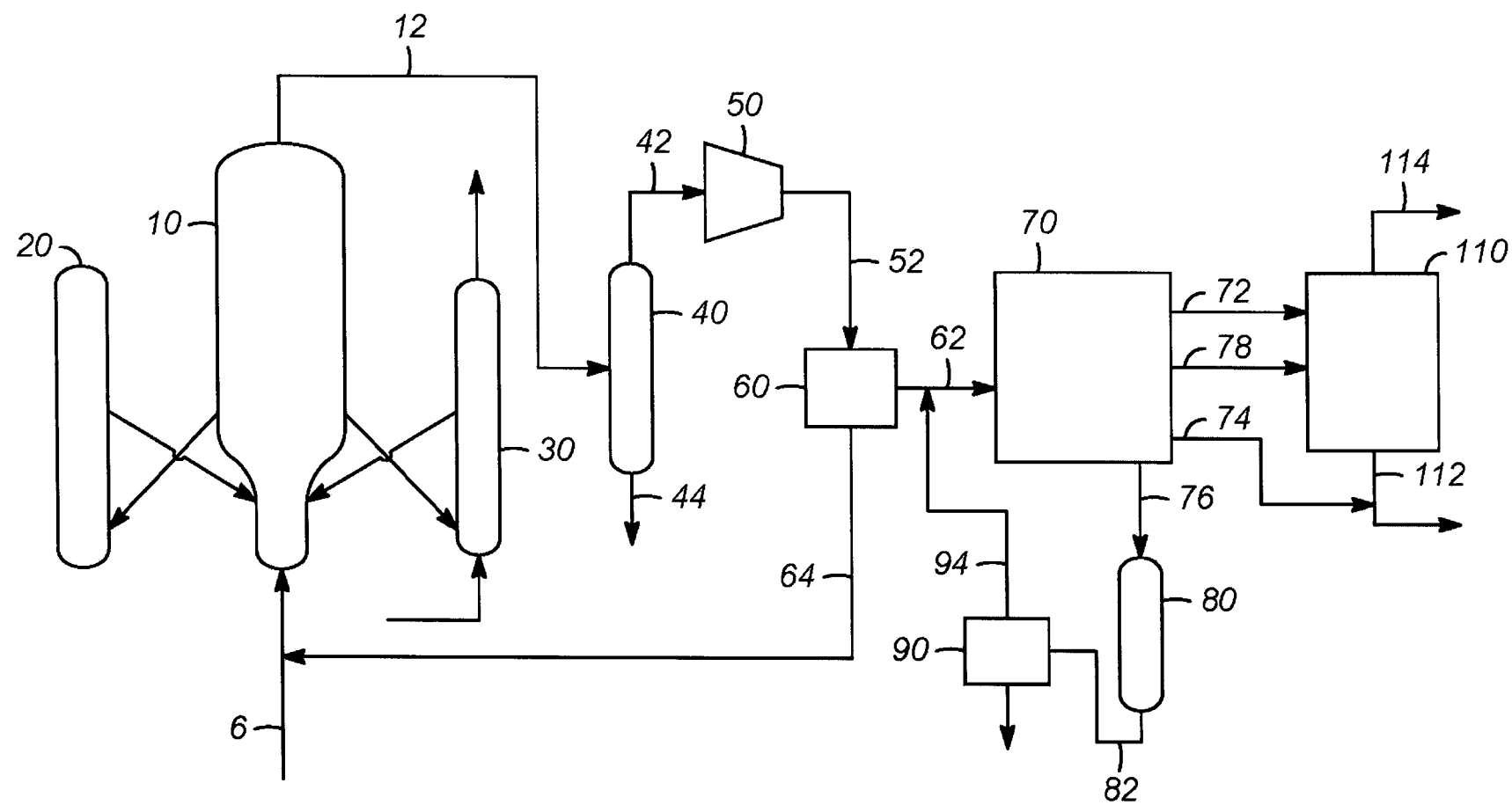


1/4

Фиг. 1

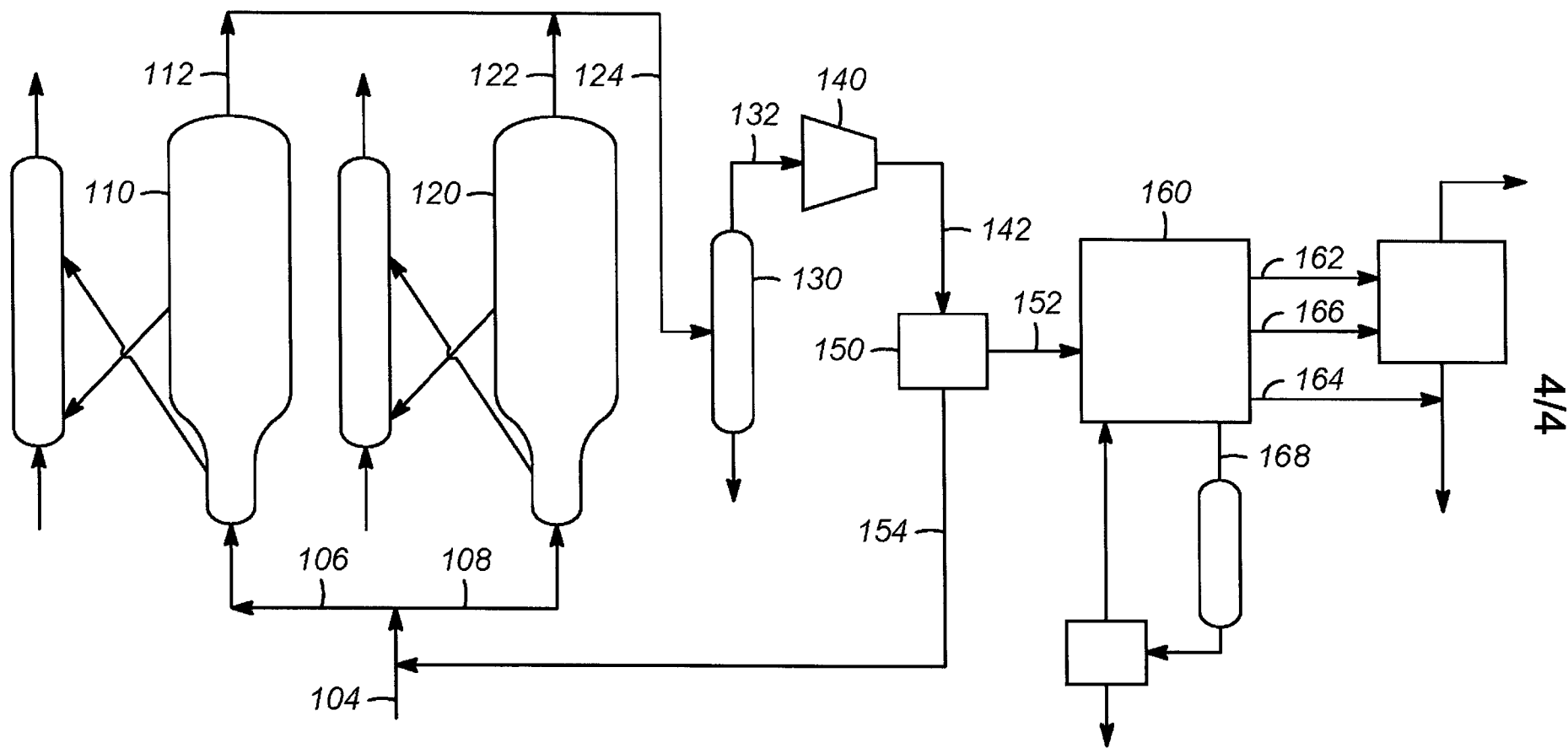


Фиг. 2



3/4

Фиг. 3



Фиг. 4