

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490773** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.05.22

(51) Int. Cl. **B01J 8/24** (2006.01)
C07C 1/20 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.09.28

(54) ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ КРАТКОВРЕМЕННЫЙ КОНТАКТ РЕАКТОР И СИСТЕМА И СПОСОБ С ЕГО ПРИМЕНЕНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТИЛЕНА И ПРОПИЛЕНА ИЗ МЕТАНОЛА

(31) **202111150391.1**

(32) **2021.09.29**

(33) **CN**

(86) **PCT/CN2022/121966**

(87) **WO 2023/051566 2023.04.06**

(71) Заявитель:

**ЧАЙНА ПЕТРОЛЕУМ ЭНД
КЕМИКАЛ КОРПОРЕЙШН;
ШАНХАЙ РИСЕРЧ ИНСТИТЮТ ОФ
ПЕТРОКЕМИКАЛ ТЕКНОЛОДЖИ,
СИНОПЕК (CN)**

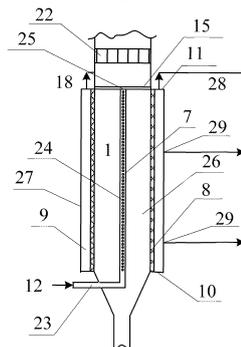
(72) Изобретатель:

**Ли Сяохун, Ци Гочжэнь, Юй
Чжинань, Пэн Фэй, Ван Хунтао, Чжэн
Ицзюнь (CN)**

(74) Представитель:

**Гизатуллина Е.М., Христофоров
А.А., Угрюмов В.М., Тихонина О.В.,
Строкова О.В., Костюшенкова М.Ю.,
Гизатуллин Ш.Ф., Джермакян Р.В.
(RU)**

(57) Согласно настоящему изобретению предлагается обеспечивающая кратковременный контакт реакционная система для производства этилена и пропилена из метанола (МТО), содержащая обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО, лифт-реактор, плотный слой и отпарную колонну; при этом обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО используется для превращения метанола в обогащенный олефинами продукт; обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО содержит следующие компоненты, коаксиально распределенные в направлении изнутри наружу: метанольный питающий трубопровод, фильтрующая трубная стенка, газопродуктовый канал и распределитель катализатора, расположенный в верхней части реактора, и уплотнительная труба, расположенная в нижней части реактора; уплотнительная труба располагается в отпарной колонне; диаметр в верхней части газопродуктового канала составляет менее чем диаметр в нижней части газопродуктового канала. Согласно настоящему изобретению метанол находится в контакте с перекрестным нисходящим потоком закоксованного катализатора II в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО. В результате реакции посредством приведения метанола в контакт с перекрестным потоком катализатора в условиях очень короткой продолжительности контакта могут быть получены продукты с высокой селективностью по отношению к этилену и пропилену. Настоящее изобретение лучше решает проблему низкой селективности по отношению к этилену и пропилену и может находить применение в промышленном производстве олефинов из метанола.



A1

202490773

202490773

A1

**ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ КРАТКОВРЕМЕННЫЙ КОНТАКТ РЕАКТОР И
СИСТЕМА И СПОСОБ С ЕГО ПРИМЕНЕНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТИЛЕНА И
ПРОПИЛЕНА ИЗ МЕТАНОЛА**

ОПИСАНИЕ

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Настоящее изобретение относится к обеспечивающему кратковременный контакт реактору, а также к системе и способу для осуществления реакции с применением реактора в целях производства этилена и пропилена из метанола.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

Низкоуглеродные олефины, а именно, этилен и пропилен, представляют собой два важных основных химических исходных материала, на которые постоянно возрастает спрос. Как правило, путь производства этилена и пропилена исходит из нефти. Однако вследствие ограниченного предложения и высокой цены нефтяных ресурсов постоянно увеличивается стоимость производства этилена и пропилена из нефтяных ресурсов. Технология превращения альтернативных исходных материалов для производства этилена и пропилена привлекает все большее внимание. Помимо прочего, важный тип альтернативных исходных материалов для производства низкоуглеродных олефинов представляют собой кислородсодержащие соединения, такие как спирты (метанол, этанол), простые эфиры (диметиловый эфир, метилэтиловый эфир) и сложные эфиры (диметилкарбонат, метилформиат). Указанные кислородсодержащие соединения могут быть получены в результате превращения источников энергии, таких как уголь, природный газ и биомасса. Некоторые кислородсодержащие соединения уже могут быть произведены в большом масштабе, такие как, например, метанол, который может быть произведен из угля или природного газа. Этот способ производства очень хорошо разработан и способен обеспечивать производство в масштабе миллионов тонн. Таким образом, в последние годы был в значительной степени разработан способ превращения метанола в олефины (МТО). Три компании превратили свои технологии в промышленные приложения, а также существуют многочисленные родственные технологии.

В документах CN102464534В и CN102372538А раскрыты способы превращения метанола в низкоуглеродные олефины по секторам. Метанол поступает в зону

предварительного смешивания или трубу для смешивания с катализатором и верхнюю основную реакционную зону, в которой происходит реакция, соответственно.

В документе CN102276398А раскрыт способ, в котором жидкий метанол поступает в зону первоначального контакта для теплообмена с отработанным катализатором, а затем поднимается в основную реакционную зону для осуществления реакции с получением этилена и пропилена. Поскольку условия реакции в зоне предварительного смешивания, трубе для смешивания с катализатором и зоне первоначального контакта не являются подходящими для превращения метанола, описанные выше технологии приводят к потере метанола на основе углерода и к снижению селективности в отношении двойных олефинов.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Одна из технических проблем, которые должно решить настоящее изобретение, заключается в том, чтобы предложить обеспечивающую кратковременный контакт реакционную систему для производства этилена и пропилена из метанола в целях решения технической проблемы низкой селективности по отношению к этилену и пропилену предшествующего уровня техники. Данная система имеет преимущество высокой селективности по отношению к этилену и пропилену.

Для достижения поставленных целей согласно первому аспекту настоящего изобретения предлагается обеспечивающий кратковременный контакт реактор, который может находить применение в реакционной системе для производства этилена и пропилена из метанола. Обеспечивающий кратковременный контакт реактор содержит следующие компоненты, коаксиально распределенные в направлении изнутри наружу:

питающий трубопровод, имеющий входное отверстие на своем нижнем конце для введения газообразного исходного материала и допускающий перемещение исходного материала снизу вверх, при этом питающие поры распределяются по питающему трубопроводу, и в результате этого исходный материал перемещается наружу из питающего трубопровода в практически радиальном направлении, и предпочтительно питающий трубопровод имеет закрытую верхнюю часть на своем верхнем конце;

аксиально-радиальное реакционное пространство, которое определяют внутренний питающий трубопровод и наружная фильтрующая трубная стенка, и в результате этого исходный материал, который перемещается наружу в радиальном направлении, вступает в контакт с катализатором, который перемещается в аксиальном направлении сверху вниз, в

перекрестном потоке, и продолжительность контакта между газовой и твердой фазами составляет менее чем 3 секунды в реакционном пространстве;

фильтрующая трубная стенка, которая имеет определенный диаметр пор, и в результате этого исходный материал продолжает перемещение через поры наружу и в газопродуктовый канал, и плотность катализатора в газопродуктовом канале составляет менее чем 10 кг/м^3 ; и

реакторная оболочка, которая определяет газопродуктовый канал вместе с фильтрующей трубной стенкой и имеет такую форму и конструкцию, что продолжительность пребывания газообразного продукта в газопродуктовом канале составляет менее чем 15 секунд;

а также реактор содержит распределитель катализатора, расположенный в его верхней части, при этом распределитель имеет определенное содержание пор, диаметр пор и их распределение, в результате чего катализатор перемещается под действием силы тяжести сверху вниз, и обеспечивается достижение плотности катализатора в реакционном пространстве в диапазоне от 80 кг/м^3 до 400 кг/м^3 .

Обеспечивающий кратковременный контакт реактор согласно настоящему изобретению может быть использован как обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО в конфигурации обеспечивающей кратковременный контакт реакционной системы МТО, содержащей: обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО, лифт-реактор, плотный слой и отпарную колонну;

при этом обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО используется для превращения метанола в обогащенный олефинами продукт;

лифт-реактор используется для превращения смешанного легкого углеводородного исходного материала, содержащего смесь неароматических углеводородов $\text{C}_4\text{-C}_6$ из продукта обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО, в обогащенный олефинами продукт, который поднимается в плотный слой;

плотный слой используется, чтобы содержать и обеспечивать катализатор, требуемый для обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО, и превращать побочный оксидный материал из продукта реакции;

отпарная колонна используется, чтобы удалять продукт реакции, захваченный закоксованным катализатором, из обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО.

Помимо прочего, обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО содержит следующие компоненты, коаксиально распределенные в направлении изнутри наружу: метанольный питающий трубопровод, фильтрующая трубная стенка,

газопродуктовый канал, и распределитель катализатора, расположенный в верхней части реактора, уплотнительная труба, расположенная в нижней части реактора; уплотнительная труба располагается в отпарной колонне; диаметр в верхней части газопродуктового канала составляет менее чем диаметр в нижней части газопродуктового канала.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается способ производства этилена и пропилена из метанола посредством реакции в течение кратковременного контакта, причем данный способ осуществляется с применением реакционной системы согласно настоящему изобретению, и способ включает:

а) обеспечение исходного метанола для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО через метанольный питающий трубопровод, приведение в контакт и реакцию с опускающимся катализатором, и при этом производятся продукт реакции метанола и закоксованный катализатор I; обеспечение продукта реакции метанола для введения в газопродуктовый канал через фильтрующую трубную стенку, выпуск из обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО и объединение с продуктом реакции; обеспечение опускания закоксованного катализатора в отпарную колонну через уплотнительная труба;

б) обеспечение смешанного легкого углеводородного исходного материала и пара для введения в лифт-реактор, приведение в контакт и реакцию с регенерированным катализатором и подъем в плотный слой;

в) обеспечение побочного оксидного материала для введения в плотный слой, приведение в контакт и реакцию с катализатором, и при этом производятся продукт реакции и закоксованный катализатор I; обеспечение закоксованного катализатора II для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО через регулятор потока катализатора и распределитель катализатора;

г) обеспечение отпарной среды для введения в отпарную колонну и приведение в контакт с катализатором для осуществления отпаривания; обеспечение полученного в результате отпаренного продукта для объединения с продуктом реакции и полученного в результате отработанного катализатора для введения в регенератор для регенерации с получением регенерированного катализатора;

е) обеспечение продукта реакции для введения в последующую разделительную систему в целях разделения с получением смешанного легкого углеводородного исходного материала и побочный оксидный материал.

В способе согласно настоящему изобретению метанол находится в контакте с перекрестным нисходящим потоком закоксованного катализатора II в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО. В результате реакции посредством приведения

метанола в контакт с перекрестным потоком катализатора в условиях очень короткой продолжительности контакта могут быть получены продукты с высокой селективностью по отношению к этилену и пропилену. Специальный газопродуктовый канал может обеспечивать быстрое разделение продукта реакции и катализатора. Непрореагировавший метанол поступает в побочный оксидный материал через разделительную систему, и его превращение продолжается в плотном слое. Вследствие увеличения коэффициента разбавления для этой части метанол также может обеспечиваться повышенной селективностью по отношению к этилену и пропилену. Таким образом, с применением технического решения настоящего изобретения и использованием катализатора, такого как SAPO-34, селективность по отношению к этилену и пропилену может достигать 90,4 мас.% с достижением хороших технических результатов.

Решение согласно настоящему изобретению лучше решает проблему низкой селективности по отношению к этилену и пропилену и может находить применение в промышленном производстве олефинов из метанола.

Краткое описание фигур

На фиг. 1 проиллюстрирована схематическая диаграмма обеспечивающего кратковременный контакт реактора согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 проиллюстрирована схематическая диаграмма реакционной системы согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3 проиллюстрировано изображение поперечного сечения обеспечивающего кратковременный контакт реактора согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения.

Список условных обозначений

- 1: обеспечивающий кратковременный контакт реактор;
- 2: лифт-реактор;
- 3: плотный слой;
- 4: отпарная колонна;
- 5: регенерированный катализатор;
- 6: отработанный катализатор;
- 7: метанольный питающий трубопровод;

- 8: фильтрующая трубная стенка;
- 9: газопродуктовый канал;
- 10: нижняя часть газопродуктового канала;
- 11: верхняя часть газопродуктового канала;
- 12: исходный метанол;
- 13: смешанный легкий углеводородный исходный материал;
- 14: уплотнительная труба;
- 15: распределитель катализатора;
- 16: отпарная среда;
- 17: отпаренный продукт;
- 18: продукт реакции метанола;
- 19: продукт реакции;
- 20: побочный оксидный материал;
- 21: циклонный сепаратор;
- 22: регулятор потока катализатора;
- 23: входное отверстие для газообразного исходного материала;
- 24: питающая пора;
- 25: верхняя часть питающего трубопровода;
- 26: реакционное пространство;
- 27: реакторная оболочка.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Конечные точки диапазонов и любые значения, которые описаны в настоящем документе, не ограничиваются точным диапазоном или значением, но такие диапазоны или значения следует понимать как представляющие собой значения, которые приближаются к указанным диапазонам или значениям. Для численных диапазонов может быть составлена комбинация из любых двух конечных точек диапазонов, одной из конечных точек диапазона и одним индивидуальным точечным значением и между любыми двумя индивидуальными точечными значениями с получением одного или нескольких новых численных диапазонов, которые следует рассматривать как конкретно описанные в настоящем документе.

Согласно настоящему изобретению, когда техническое решение представлено в неограничительной форме, такой как форма «включающий», «содержащий» или «охватывающий» определенные перечисленные элементы, специалисты в данной области

техники смогут понять, что варианты осуществления, состоящие из указанных элементов или состоящие в основном из указанных элементов могут быть очевидным образом использованы для осуществления технического решения. Таким образом, специалисты в данной области техники смогут понять, что технические решения, представленные с неограничительными определениями согласно настоящему изобретению также распространяются на конкретные варианты осуществления, которые состоят из перечисленных элементов или состоят в основном из перечисленных элементов.

Наконец, если не определены другие условия, все процентные величины, части, соотношения и т. д., которые упоминаются в описании настоящего изобретения, представлены в по отношению к массе; однако когда масса применяется в качестве основы, и это не соответствует общему пониманию специалистов в данной области техники, данная основа определяется в соответствии с общим пониманием специалистов в данной области техники.

Как проиллюстрировано на фиг. 1 и 3, для достижения указанных целей согласно настоящему изобретению предлагается, например, аксиально-радиальный обеспечивающий кратковременный контакт реактор 1, содержащий следующие компоненты, коаксиально распределенные в направлении изнутри наружу:

питающий трубопровод 7, имеющий входное отверстие 23 на своем нижнем конце для введения газообразного исходного материала и допускающий перемещение исходного материала снизу вверх, при этом питающие поры 24 распределяются по питающему трубопроводу 7, и в результате этого исходный материал перемещается наружу из питающего трубопровода в практически радиальном направлении, и предпочтительно питающий трубопровод 7 имеет закрытую верхнюю часть 25 на своем верхнем конце;

аксиально-радиальное реакционное пространство 26, которое определяют внутренний питающий трубопровод 7 и наружная фильтрующая трубная стенка 8, и в результате этого исходный материал, который перемещается наружу в радиальном направлении, вступает в контакт с катализатором, который перемещается в аксиальном направлении сверху вниз, в перекрестном потоке, и продолжительность контакта между газовой и твердой фазами составляет менее чем 3 секунды в реакционном пространстве 26;

фильтрующая трубная стенка 8, которая имеет определенный диаметр пор, и в результате этого исходный материал продолжает перемещение через поры наружу и в газопродуктовый канал 9, и плотность катализатора в газопродуктовом канале 9 составляет менее чем 10 кг/м^3 ; и

реакторная оболочка 27, которая определяет газопродуктовый канал 9 вместе с фильтрующей трубной стенкой 8 и имеет такую форму и конструкцию, что продолжительность пребывания газообразного продукта в газопродуктовом канале 9 составляет менее чем 15 секунд;

и реактор 1 также имеет распределитель 15 катализатора, расположенный в его верхней части, при этом распределитель имеет определенное содержание пор, диаметр пор и соответствующее распределение, в результате чего катализатор перемещается под действием силы тяжести сверху вниз, и обеспечивается достижение плотности катализатора в реакционном пространстве 26 в диапазоне от 80 кг/м^3 до 400 кг/м^3 .

Согласно варианту осуществления газообразный продукт перемещается практически снизу вверх в газопродуктовом канале 9 и выходит из обеспечивающего кратковременный контакт реактора 1 через выпуск 28 газообразного продукта в верхней части газопродуктового канала 9.

Согласно настоящему изобретению, выражение «исходный материал перемещается наружу в практически радиальном направлении» означает, что в течение процесса перемещения исходного материала наружу из питающего трубопровода в центре реактора в газопродуктовый канал, основное направление движения является радиальным, и в течение данного процесса его аксиальное смещение не превышает 50%, предпочтительно 30% его радиального смещения.

Согласно настоящему изобретению выражение «обеспечивающий ультракратковременный контакт реактор» означает кратковременную продолжительность контакта между газовой и твердой фазами, которые представляют собой газообразный исходный материал и катализатор, составляющую например, менее чем 3 секунды.

Согласно настоящему изобретению предлагается конфигурация аксиально-радиального обеспечивающего кратковременный контакт реактора посредством конкретной координации между множеством компонентов, и это обеспечивает, что газообразный исходный материал, который перемещается наружу в радиальном направлении, приводится в контакт с катализатором, который перемещается в аксиальном направлении сверху вниз, в аксиально-радиальном реакционном пространстве 26 в перекрестном потоке; и вследствие такой конфигурации контакта в перекрестном потоке достигается высокая плотность слоя катализатора, и при этом обеспечивается ультракороткая продолжительность контакта между газообразным исходным материалом и катализатором.

Для этой цели, с одной стороны, согласно варианту осуществления настоящего изобретения питающий трубопровод 7 имеет содержание пор, находящийся в диапазоне

от 5% до 20%. С другой стороны, согласно варианту осуществления настоящего изобретения фильтрующая трубная стенка 8 имеет средний диаметр пор, находящийся в диапазоне от 5 микрон до 30 микрон.

Согласно настоящему изобретению содержание пор питающего трубопровода 7 и диаметр пор фильтрующей трубной стенки 8 обеспечивают для исходного материала достижение продолжительности контакта между газовой и твердой фазами, составляющей менее чем 2 секунды, например, от 0,1 секунды до 1,8 секунды в реакционном пространстве 26.

Согласно настоящему изобретению диаметр пор фильтрующей трубной стенки 8 обеспечивает, что количество катализатора, который перемещается наружу через поры, составляет менее чем 1%, предпочтительно менее чем 0,5%.

Согласно другому аспекту варианта осуществления настоящего изобретения распределитель 15 катализатора имеет такой содержание пор, диаметр пор и соответствующее распределение, что реакционное пространство 26 имеет плотность катализатора, составляющую более чем 100 кг/м^3 , предпочтительно более чем 150 кг/м^3 . Для этой цели предпочтительно распределитель 15 катализатора представляет собой решетку или пористую перегородку с содержанием пор, находящимся в диапазоне от 60% до 95%.

Кроме того, чтобы обеспечить «кратковременный контакт» между газообразным исходным материалом и катализатором, согласно настоящему изобретению, прореагировавший газообразный продукт, который направляется в газопродуктовый канал 9, и возможная непрореагировавшая часть газообразного исходного материала быстро удаляются через газопродуктовый канал 9; например, форма и конструкция газопродуктового канала 9 обеспечивают продолжительность пребывания газообразного продукта в газопродуктовом канале 9, составляющую менее чем 15 секунд, предпочтительно менее чем 10 секунд.

Соответственно, согласно настоящему изобретению предлагается «неоднородная» конфигурация по меньшей мере некоторых компонентов реактора. Согласно настоящему изобретению «неоднородная» конфигурация означает, что один или несколько структурных признаков компонента представляют пространственно неоднородное распределение.

С одной стороны, согласно варианту осуществления «неоднородной» конфигурации согласно настоящему изобретению реакторная оболочка 27 имеет «неоднородный» наружный диаметр, например, форму усеченного конуса с меньшим диаметром в своей верхней части, и в результате этого диаметр в верхней части 11

газопродуктового канала 9 составляет менее чем диаметр в нижней части 10 газопродуктового канала. Например, согласно варианту осуществления «неоднородной» конфигурации согласно настоящему изобретению соотношение диаметра в верхней части 11 газопродуктового канала и диаметра в нижней части 10 газопродуктового канала находится в диапазоне от 1:1,1 до 1:3, например, 1:1,8; и/или реакторная оболочка 27 имеет угол между боковой стенкой и горизонтальной плоскостью, составляющий от 60° до 90°.

В качестве альтернативы, реакторная оболочка 27 имеет «однородный» наружный диаметр, но оборудована устройствами, осуществляющими «неоднородное» удаление газообразного продукта. Например, нижняя часть реакторной оболочки 27 может быть оборудована одним или несколькими дополнительными выпусками 29 газообразного продукта. Например, согласно одному варианту осуществления шесть выпусков 29 газообразного продукта равномерно распределяются в нижней части реакторной оболочки 27, и расстояние от выпуска 29 газообразного продукта до нижней части 10 газопродуктового канала составляет 15% полной высоты газопродуктового канала 9.

Необязательно реакторная оболочка 27 имеет вышеупомянутый «неоднородный» наружный диаметр и оборудована вышеупомянутыми устройствами для удаления «неоднородного» газообразного продукта.

С другой стороны, согласно варианту осуществления настоящего изобретения в «неоднородной» конфигурация питающий трубопровод 7 имеет содержание пор, которое постепенно увеличивается сверху вниз. Предпочтительно питающий трубопровод 7 имеет содержание пор в верхней области, составляющее от 5% до 10%, содержание пор в средней области, составляющее от 10% до 15%, и содержание пор в нижней области, составляющее от 15% до 20%. Согласно настоящему изобретению, верхняя область, средняя область и нижняя область питающего трубопровода 7 означают разделение для каждой области в соответствующих положениях на уровне, составляющем приблизительно 1/3 высоты трубопровода 7 в направлении высоты.

Согласно другому аспекту варианта осуществления настоящего изобретения в «неоднородной» конфигурация фильтрующая трубная стенка 8 имеет средний диаметр пор, который постепенно увеличивается сверху вниз. Например, предпочтительно фильтрующая трубная стенка (8) имеет средний диаметр пор в верхней области, составляющий от 5 микрон до 10 микрон, средний диаметр пор в средней области, составляющий от 10 микрон до 20 микрон, и средний диаметр пор в нижней области, составляющий от 20 микрон до 30 микрон. Согласно настоящему изобретению, верхняя область, средняя область и нижняя область фильтрующей трубной стенки 8 означают

разделение для каждой области в соответствующих положениях на уровне, составляющем приблизительно 1/3 высоты трубной стенки 8 в направлении высоты.

Кроме того, авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что в «неоднородной» конфигурации оказывается благоприятным распределение и течение газообразного продукта в газопродуктовом канале 9, что также является благоприятным для бесперебойного осуществления реакции в реакционном пространстве 26. Например, без ограничения какой-либо известной теорией, для способа производства этилена и пропилена из метанола «неоднородная» конфигурация оказывается благоприятной для селективности по отношению к этилену и пропилену.

Соответственно, на основании обеспечивающего кратковременный контакт реактора согласно настоящему изобретению, как проиллюстрировано на фиг. 2, согласно настоящему изобретению предлагается обеспечивающая кратковременный контакт реакционная система для производства этилена и пропилена из метанола (МТО), содержащая: обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 согласно настоящему изобретению, лифт-реактор 2, плотный слой 3 и отпарную колонну 4;

обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 используется для превращения метанола в обогащенный олефинами продукт;

лифт-реактор 2 используется для превращения смешанного легкого углеводородного исходного материала, содержащего смесь неароматических углеводородов C₄-C₆ из продукта обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1, в обогащенный олефинами продукт, который поднимается в плотный слой 3;

плотный слой 3 располагается выше обеспечивающего кратковременный контакт реактора 1 и используется, чтобы содержать и обеспечивать катализатор, требуемый для обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1, и превращать побочный оксидный материал из продукта реакции;

отпарная колонна 4 располагается ниже обеспечивающего кратковременный контакт реактора 1 и используется, чтобы удалять продукт реакции, захваченный закоксованным катализатором, из обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1.

В результате установки метанольного питающего трубопровода 7 согласно настоящему изобретению может быть осуществлен контакт метанола с катализатором в перекрестном потоке.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения диаметр в верхней части 11 газопродуктового канала составляет менее чем диаметр в нижней части 10 газопродуктового канала, что может ускорять подъем продукта реакции.

Посредством совместной установки обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 и плотного слоя согласно настоящему изобретению, после ультракратковременного контакта двойных олефинов, может быть обеспечено, что непрореагировавший метанол, обработанный в плотном слое 3, обогащается с получением побочного оксидного материала 20, и в результате этого значительно повышается степень превращения метанола.

Согласно настоящему изобретению газопродуктовый канал 9 предпочтительно располагается в наклонном направлении, что может увеличить скорость подъема продукта реакции, в результате чего достигается быстрое разделение продукта реакции и катализатора.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения точность фильтрования фильтрующей трубной стенки 8 находится в диапазоне от 10 микрон до 30 микрон. Применение фильтрующей трубной стенки 8 согласно настоящему изобретению имеет преимущество эффективного удерживания катализатора в продукте реакции.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения соотношение диаметра в верхней части 11 газопродуктового канала и диаметра в нижней части 10 газопродуктового канала находится в диапазоне от 1:1,1 до 1:3. Применение указанной выше конфигурации может увеличивать скорость подъема продукта реакции, в результате чего достигается быстрое разделение продукта реакции и катализатора.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения циклонный сепаратор 21 располагается в плотном слое 3. Установка циклонного сепаратора используется, главным образом, для отделения продукта реакции от катализатора.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения реакционная система дополнительно содержит регулятор потока катализатора 22, который присоединяется к плотному слою 3 и обеспечивающему кратковременный контакт реактору МТО 1. Применение указанной выше конфигурации может эффективно регулировать количество катализатора, поступающего в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения реакционная система дополнительно содержит разделительную систему, которая используется для разделения продукта реакции 19 из плотного слоя 3 и/или обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 на этилен, пропилен и смесь неароматических углеводородов C4-C6.

Согласно настоящему изобретению при этом отсутствует особое требование в отношении регулятора потока катализатора, и любой традиционно используемый регулятор потока катализатора может находить применение согласно настоящему изобретению. Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения регулятор потока катализатора 22 представляет собой, например, выбивающее твердые частицы устройство, золотниковый клапан или пробковый клапан.

Согласно настоящему изобретению при этом отсутствует особое требование в отношении распределитель 15 катализатора, и любой традиционно используемый распределитель катализатора может находить применение согласно настоящему изобретению. Например, распределитель 15 катализатора представляет собой решетку или пористую перегородку, предпочтительнее распределитель 15 катализатора имеет содержание пор, находящийся в диапазоне от 60% до 95%.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения, метанольный питающий трубопровод 7 располагается в центре обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1. Оказывается более предпочтительным, что питающие поры равномерно распределяются по метанольному питающему трубопроводу 7, и оказывается еще более предпочтительным, что содержание пор находится в диапазоне от 5% до 20%.

Применение системы согласно настоящему изобретению для осуществления реакции имеет преимущество высокой селективности по отношению к этилену и пропилену. Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения предлагается способ производства этилена и пропилена из метанола посредством реакции в течение кратковременного контакта, причем данный способ осуществляется с применением реакционной системы согласно настоящему изобретению и включает:

а) обеспечение движения исходного метанола 12 вверх через метанольный питающий трубопровод 7 через входное отверстие 23 газообразного исходного материала, который поступает в реакционное пространство 26 обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 через входное отверстие 24, приведение в контакт и реакцию с опускающимся катализатором, и при этом производятся продукт 18 реакции метанола и закоксованный катализатор I; обеспечение продукта 18 реакции метанола для введения в газопродуктовый канал 9 через фильтрующую трубную стенку 8, выпуск из обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 и объединение с продуктом реакции 19; обеспечение опускания закоксованного катализатора в отпарную колонну 4 через уплотнительная труба 14;

b) обеспечение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара для введения в лифт-реактор 2, приведение в контакт и реакцию с регенерированным катализатором 5 и подъем в плотный слой 3;

c) обеспечение побочного оксидного материала 20 для введения в плотный слой 3, приведение в контакт и реакцию с катализатором, и при этом производится продукт реакции и закоксованный катализатор I; обеспечение закоксованного катализатора I для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 через регулятор потока катализатора 22 и распределитель 15 катализатора;

d) обеспечение отпарной среды 16 для введения в отпарную колонну 4 и приведение в контакт с катализатором для осуществления отпаривания; обеспечение полученного в результате отпаренного продукта 17 для объединения с продуктом реакции 19 и полученного в результате отработанного катализатора 6 для введения в регенератор для регенерации с получением регенерированного катализатора 5;

e) обеспечение продукта реакции 19 для введения в последующую разделительную систему в целях разделения с получением смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и побочный оксидный материал 20.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения смешанный легкий углеводородный исходный материал 13 по меньшей мере содержит смесь неароматических углеводородов C₄-C₆, полученную из разделительной системы.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения побочный оксидный материал 20 составляют побочный смешанный оксидный продукт и вода, которые образуются в результате реакции, предпочтительно при этом смешанный оксид содержится в количестве, находящемся в диапазоне от 5% до 80%, смешанный оксид содержит метанол и по меньшей мере одно из следующих веществ: этанол, пропанол, бутанол, этаналь, пропаналь, бутаналь, ацетон, бутанон, муравьиная кислота, уксусная кислота и пропионовая кислота, альдегиды и кетоны, которые содержатся в количестве, находящемся в диапазоне от 30% до 60% в смешанном оксиде, и метанол содержится в количестве, находящемся в диапазоне от 0,01% до 30% в смешанном оксиде.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения эксплуатация обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 осуществляется в следующих условиях:

температура катализатора: 450-500°C,

манометрическое давление реакции: 0,01-0,3 МПа,

массовая пространственная скорость метанола: 2-15 ч⁻¹, и

плотность катализатора: 100-400 кг/м³.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения эксплуатация лифт-реактора 2 осуществляется в следующих условиях:

температура катализатора: 530-65°C,

линейная скорость газа: 1,1-15 м/с,

массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала 13: 5-30 ч⁻¹, и

плотность катализатора: 20-100 кг/м³.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения эксплуатация плотного слоя 3 осуществляется в следующих условиях:

температура катализатора: 480-58°C,

линейная скорость газа: 0,3-1 м/с,

массовая пространственная скорость побочного оксидного материала 20: 0,3-3 ч⁻¹,

плотность катализатора: 180-400 кг/м³.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара находится в диапазоне от 1:0,5 до 1:3.

Согласно настоящему изобретению диапазон для выбора типов катализатора является относительно широким, и все традиционно используемые катализаторы для производства пропилена и этилена из метанола могут находить применение согласно настоящему изобретению. Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения катализатор представляет собой катализатор, содержащий молекулярное сито SAPO-34.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения регенерированный катализатор 5, по отношению к полной массе катализатора, имеет содержание углерода, составляющее менее чем 0,1%.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения, отпарная среда 16 может представлять собой традиционно используемую отпарную среду, например, одно или несколько веществ из пара и инертных газов. Согласно настоящему изобретению предпочтительная отпарная среда представляет собой пар.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения обеспечивающая кратковременный контакт реакционная система для производства этилена и пропилена из метанола согласно настоящему изобретению содержит обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1, лифт-реактор 2, плотный слой 3 и отпарную колонну 4; при этом обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 составляют метанольный питающий трубопровод 7, фильтрующая

трубная стенка 8, газопродуктовый канал 9 и распределитель 15 катализатора; причем метанольный питающий трубопровод 7, фильтрующая трубная стенка 8 и газопродуктовый канал 9 имеют коаксиальное расположение; метанольный питающий трубопровод 7, фильтрующая трубная стенка 8 и газопродуктовый канал 9 располагаются в такой последовательности в направлении изнутри наружу; распределитель 15 катализатора располагается в верхней части обеспечивающего ультракратковременный контакт реактора МТО 1, уплотнительная труба 14 присоединяется к нижней части обеспечивающего ультракратковременный контакт реактора МТО 1; уплотнительная труба 14 располагается в отпарной колонне 4; диаметр в верхней части 11 газопродуктового канала составляет менее чем диаметр в нижней части 10 газопродуктового канала; циклонный сепаратор 21 располагается в плотном слое 3; регулятор потока катализатора 22 присоединяется к плотному слою 3 и обеспечивающему кратковременный контакт реактору МТО 1.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения способ включает следующие стадии:

обеспечение исходного метанола 12 для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 через метанольный питающий трубопровод 7, приведение в контакт и реакцию с опускающимся катализатором, и при этом производятся продукт 18 реакции метанола и закоксованный катализатор I; обеспечение продукта 18 реакции метанола для введения в газопродуктовый канал 9 через фильтрующую трубную стенку 8, выпуск из обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 и объединение с продуктом реакции 19; обеспечение опускания закоксованного катализатора в отпарную колонну 4 через уплотнительная труба 14;

обеспечение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и части пара для введения в лифт-реактор 2, приведение в контакт и реакцию с регенерированным катализатором 5 и подъем в плотный слой 3;

обеспечение побочного оксидного материала 20 для введения в плотный слой 3, приведение в контакт и реакцию с катализатором, и при этом производятся продукт реакции и закоксованный катализатор I; обеспечение закоксованного катализатора I для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 через регулятор потока катализатора 22 и распределитель 15 катализатора;

обеспечение отпарной среды 16 для введения в отпарную колонну 4 и приведение в контакт с катализатором для осуществления отпаривания; обеспечение полученного в результате отпаренного продукта 17 для объединения с продуктом реакции 19 и

полученного в результате отработанного катализатора 6 для введения в регенератор для регенерации с получением регенерированного катализатора 5;

обеспечение продукта реакции 19 для введения в последующую разделительную систему в целях разделения с получением смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и побочный оксидный материал 20.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно смешанный легкий углеводородный исходный материал 13 по меньшей мере содержит смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , полученную из разделительной системы.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно побочный оксидный материал 20 составляют побочный смешанный оксидный продукт и вода, которые образуются в результате реакции, при этом смешанный оксид содержится в количестве, находящемся в диапазоне от 5% до 80%, смешанный оксид содержит метанол и по меньшей мере одно из следующих веществ: этанол, пропанол, бутанол, этаналь, пропаналь, бутаналь, ацетон, бутанон, муравьиная кислота, уксусная кислота, пропионовая кислота, причем альдегиды и кетоны содержится в количестве, находящемся в диапазоне от 30% до 60% в смешанном оксиде, и метанол содержится в количестве, находящемся в диапазоне от 0,01% до 30% в смешанном оксиде.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО 1 температура катализатора находится в диапазоне от 45°C до 50°C, манометрическое давление реакции находится в диапазоне от 0,01 МПа до 0,3 МПа, массовая пространственная скорость метанола находится в диапазоне от 2 ч⁻¹ до 15 ч⁻¹, и плотность катализатора находится в диапазоне от 100 кг/м³ до 400 кг/м³.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно в лифт-реакторе 2 температура катализатора находится в диапазоне от 53°C до 65°C, линейная скорость газа находится в диапазоне от 1,1 м/с до 15 м/с, массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 находится в диапазоне от 5 ч⁻¹ до 30 ч⁻¹, и плотность катализатора находится в диапазоне от 20 кг/м³ до 100 кг/м³.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно в плотном слое 3 температура катализатора находится в диапазоне от 48°C до 58°C, линейная скорость газа находится в диапазоне от 0,3 м/с до 1 м/с, массовая пространственная скорость побочного оксидного материала 20 находится в диапазоне от 0,3 ч⁻¹ до 3 ч⁻¹, и плотность катализатора находится в диапазоне от 180 кг/м³ до 400 кг/м³.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара находится в диапазоне от 1:0,5 до 1:3.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно катализатор представляет собой катализатор, содержащий молекулярное сито SAPO-34.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно регенерированный катализатор 5, по отношению к полной массе катализатора, имеет содержание углерода, составляющее менее чем 0,1%.

В вышеупомянутом техническом решении отпарная среда 16 предпочтительно представляет собой пар и/или газообразный азот.

Далее настоящее изобретение будет дополнительно описано посредством примеров, но оно не ограничивается представленными примерами.

Пример 1

Было использовано устройство, которое проиллюстрировано на фиг. 2, и которое составляли обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1, лифт-реактор 2, плотный слой 3 и отпарная колонна 4; при этом обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 составляли метанольный питающий трубопровод 7, фильтрующая трубная стенка 8, газопродуктовый канал 9 и распределитель 15 катализатора; метанольный питающий трубопровод 7, фильтрующая трубная стенка 8 и газопродуктовый канал 9 были расположены коаксиально; метанольный питающий трубопровод 7, фильтрующая трубная стенка 8 и газопродуктовый канал 9 были расположены в такой последовательности в направлении изнутри наружу; распределитель 15 катализатора был расположен в верхней части обеспечивающего ультракратковременный контакт реактора МТО 1, уплотнительная труба 14 была присоединена к нижней части обеспечивающего ультракратковременный контакт реактора МТО 1; уплотнительная труба 14 была расположена в отпарной колонне 4; диаметр в верхней части 11 газопродуктового канала был меньше, чем диаметр в нижней части 10 газопродуктового канала; циклонный сепаратор 21 был расположен в плотном слое 3; регулятор потока катализатора 22 был присоединен к плотному слою 3 и обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1.

Исходный метанол 12 поступал в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 через метанольный питающий трубопровод 7, вступал в контакт и реагировал с опускающимся катализатором, и при этом производились продукт 18 реакции метанола и закоксованный катализатор I; продукт 18 реакции метанола поступал в газопродуктовый канал 9 через фильтрующую трубную стенку 8, выходил из

обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1 и объединялся с продуктом реакции 19; закоксованный катализатор опускался в отпарную колонну 4 через уплотнительную трубу 14; смешанный легкий углеводородный исходный материал 13 и часть пара поступали в лифт-реактор 2, вступали в контакт и реагировали с регенерированным катализатором 5, а затем поднимались в плотный слой 3; побочный оксидный материал 20 поступал в плотный слой 3, вступал в контакт и реагировал с катализатором, и при этом производились продукт реакции и закоксованный катализатор I, закоксованный катализатор I поступал в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО 1 через регулятор потока катализатора 22 и распределитель 15 катализатора; отпарная среда 16 поступала в отпарную колонну 4 и вступала в контакт с катализатором для осуществления отпаривания, полученный в результате отпаренный продукт 17 объединялся с продуктом реакции 19, и полученный в результате отработанный катализатор 6 поступал в регенератор для регенерации с получением регенерированного катализатора 5; продукт реакции 19 поступал в последующую разделительную систему в целях разделения с получением смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и побочного оксидного материала 20.

Фильтрующая трубная стенка 8 имела средний диаметр пор в верхней области, составляющий 5 микрон, средний диаметр пор в средней области, составляющий 10 микрон, и средний диаметр пор в нижней области, составляющий 20 микрон.

Соотношение диаметра в верхней части 11 газопродуктового канала и диаметра в нижней части 10 газопродуктового канала составляло 1:1,1, реакторная оболочка 27 имела угол между боковой стенкой и горизонтальной плоскостью, составляющий 85°.

Распределитель 15 катализатора представлял собой решетку с содержанием пор, составляющим 60%.

Метанольный питающий трубопровод 7 был расположен в центре обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1. Метанольный питающий трубопровод 7 имел содержание пор в верхней области, составляющее 5%, содержание пор в средней области, составляющее 10%, и содержание пор в нижней области, составляющее 15%.

Смешанный легкий углеводородный исходный материал 13 по меньшей мере содержал смесь неароматических углеводородов C₄-C₆, получаемых из разделительной системы.

Побочный оксидный материал 20 составляли побочный смешанный оксидный продукт и вода, которые образуются в результате реакции, при этом смешанный оксид содержался в количестве, составляющем 45%. Смешанный оксид содержал метанол и по

меньшей мере одно из следующих веществ: этанол, пропанол, бутанол, этаналь, пропаналь, бутаналь, ацетон, бутанон, муравьиная кислота, уксусная кислота и пропионовая кислота, альдегиды и кетоны, которые содержались в количестве, составляющем 50% в смешанном оксиде, и метанол содержался в количестве, составляющем 25% в смешанном оксиде.

В обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО 1 температура катализатора составляла 48°C, манометрическое давление реакции составляло 0,1 МПа, массовая пространственная скорость метанола составляла 10 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 200 кг/м³.

В лифт-реакторе 2 температура катализатора составляла 60°C, линейная скорость газа составляла 5 м/с, массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 составляла 18 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 50 кг/м³.

В плотном слое 3 температура катализатора составляла 50°C, линейная скорость газа составляла 0,5 м/с, массовая пространственная скорость побочного оксидного материала 20 составляла 1 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 350 кг/м³.

Массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара составляло 1:1.

Катализатор представлял собой катализатор, содержащий молекулярное сито SAPO-34.

Регенерированный катализатор 5, по отношению к полной массе катализатора, имел содержание углерода, составляющее 0,02%.

Отпарная среда 16 представляла собой пар.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 92,5 мас. %.

Пример 2

Были использованы устройство и условия, описанные в примере 1, за исключением того, что точность фильтрования фильтрующей трубной стенки 8 составляла 30 микрон.

Соотношение диаметра в верхней части 11 газопродуктового канала и диаметра в нижней части 10 газопродуктового канала составляло 1:3, реакторная оболочка 27 имела угол между боковой стенкой и горизонтальной плоскостью, составляющий 60°.

Распределитель 15 катализатора представлял собой решетку с содержанием пор, составляющим 95%.

Фильтрующая трубная стенка 8 имела средний диаметр пор в верхней области, составляющий 10 микрон, средний диаметр пор в средней области, составляющий 20 микрон, и средний диаметр пор в нижней области, составляющий 30 микрон.

Метанольный питающий трубопровод 7 был расположен в центре обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1. Метанольный питающий трубопровод 7 имел содержание пор в верхней области, составляющее 10%, содержание пор в средней области, составляющее 15%, и содержание пор в нижней области, составляющее 20%.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 91,3 мас. %.

Пример 3

Были использованы устройство и условия, описанные в примере 1, за исключением того, что точность фильтрования фильтрующей трубной стенки 8 составляла 20 микрон.

Соотношение диаметра в верхней части 11 газопродуктового канала и диаметра в нижней части 10 газопродуктового канала составляло 1:1,9, реакторная оболочка 27 имела угол между боковой стенкой и горизонтальной плоскостью, составляющий 70°.

Распределитель 15 катализатора представлял собой решетку с содержанием пор, составляющим 75%.

Метанольный питающий трубопровод 7 был расположенный в центре обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО 1. Метанольный питающий трубопровод 7 имел содержание пор в верхней области, составляющее 7%, содержание пор в средней области, составляющее 12%, и содержание пор в нижней области, составляющее 18%.

Фильтрующая трубная стенка 8 имела средний диаметр пор в верхней области, составляющий 7 микрон, средний диаметр пор в средней области, составляющий 15 микрон, и средний диаметр пор в нижней области, составляющий 25 микрон.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 93,0 мас. %.

Пример 4

Было использовано устройство, описанное в примере 3, за исключением того, что в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО 1 температура катализатора составляла 45°C, манометрическое давление реакции составляло 0,01 МПа, массовая пространственная скорость метанола составляла 2 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 100 кг/м³.

В лифт-реакторе 2 температура катализатора составляла 53°C, линейная скорость газа составляла 1,1 м/с, массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 составляла 5 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 20 кг/м³.

В плотном слое 3 температура катализатора составляла 48°C, линейная скорость газа составляла 0,3 м/с, массовая пространственная скорость побочного оксидного материала 20 составляла 0,3 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 180 кг/м³.

Массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара составляло 1:0,5.

Катализатор представлял собой катализатор, содержащий молекулярное сито SAPO-34.

Регенерированный катализатор 5, по отношению к полной массе катализатора, имел содержание углерода, составляющее 0,09%.

Отпарная среда 16 представляла собой пар.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 91,4 мас. %.

Пример 5

Было использовано устройство, описанное в примере 3, за исключением того, что в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО 1 температура катализатора составляла 50°C, манометрическое давление реакции составляло 0,3 МПа, массовая пространственная скорость метанола составляла 15 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 400 кг/м³.

В лифт-реакторе 2 температура катализатора составляла 65°C, линейная скорость газа составляла 15 м/с, массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 составляла 30 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 100 кг/м³.

В плотном слое 3 температура катализатора составляла 58°C, линейная скорость газа составляла 1 м/с, массовая пространственная скорость побочного оксидного материала 20 составляла 3 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 400 кг/м³.

Массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара составляло 1:3.

Катализатор представлял собой катализатор, содержащий молекулярное сито SAPO-34.

Регенерированный катализатор 5, по отношению к полной массе катализатора, имел содержание углерода, составляющее 0,01%.

Отпарная среда 16 представляла собой пар.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 93,1 мас. %.

Пример 6

Было использовано устройство, описанное в примере 3, за исключением того, что в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО 1 температура катализатора составляла 49°C, манометрическое давление реакции составляло 0,18 МПа, массовая пространственная скорость метанола составляла 13 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 300 кг/м³.

В лифт-реакторе 2 температура катализатора составляла 58°C, линейная скорость газа составляла 10 м/с, массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 составляла 23 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 35 кг/м³.

В плотном слое 3 температура катализатора составляла 52°C, линейная скорость газа составляла 0,8 м/с, массовая пространственная скорость побочного оксидного материала 20 составляла 1,8 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 300 кг/м³.

Массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 и пара составляло 1:2.

Катализатор представлял собой катализатор, содержащий молекулярное сито SAPO-34.

Регенерированный катализатор 5, по отношению к полной массе катализатора, имел содержание углерода, составляющее 0,03%.

Отпарная среда 16 представляла собой газообразный азот.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 94,0 мас. %.

Сравнительный пример 1

Были использованы устройство и условия, описанные в примере 6, за исключением того, что вводимое количество смешанного легкого углеводородного исходного материала 13 было нулевым, и пар поступал в лифт-реактор 2.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 85,2 мас. %.

Сравнительный пример 2

Были использованы устройство и условия, описанные в примере 6, за исключением того, что вводимое количество побочного оксидного материала 20 было нулевым.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 88,4 мас.%.

Сравнительный пример 3

Были использованы устройство и условия, описанные в примере 6, за исключением того, что соотношение диаметра в верхней части 11 газопродуктового канала и диаметра в нижней части 10 газопродуктового канала составляло 1:1.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 89,0 мас.%.

Пример 7

Было использовано устройство, описанное в примере 6, за исключением того, что в обеспечивающем кратковременный контакт реакторе МТО 1 температура катализатора составляла 52°C, манометрическое давление реакции составляло 0,4 МПа, массовая пространственная скорость метанола составляла 20 ч⁻¹, и плотность катализатора составляла 450 кг/м³.

Результаты продемонстрировали, что вычисленная по углероду селективность в отношении этилена и пропилена составляла 90,3 мас.%.

Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения были подробно описаны выше, но они не ограничивают настоящее изобретение. В пределах объема технической концепции настоящего изобретения могут быть произведены разнообразные простые модификации технических решений настоящего изобретения, в которых присутствуют комбинации разнообразных технических признаков любыми другими подходящими способами. Указанные простые модификации и комбинации также следует рассматривать в качестве описаний содержания настоящего изобретения, и все они находятся в пределах объема патентной защиты настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Аксиально-радиальный обеспечивающий кратковременный контакт реактор (1), содержащий следующие компоненты, коаксиально распределенные в направлении изнутри наружу:

питающий трубопровод (7), имеющий входное отверстие (23) на своем нижнем конце для введения газообразного исходного материала и допускающий перемещение исходного материала снизу вверх, при этом питающие поры (24) распределяются по питающему трубопроводу (7), и в результате этого исходный материал перемещается наружу из питающего трубопровода в практически радиальном направлении, и предпочтительно питающий трубопровод (7) имеет закрытую верхнюю часть (25) на своем верхнем конце;

аксиально-радиальное реакционное пространство (26), которое определяют внутренний питающий трубопровод (7) и наружная фильтрующая трубная стенка (8), и в результате этого исходный материал, который перемещается наружу в радиальном направлении, вступает в контакт с катализатором, который перемещается в аксиальном направлении сверху вниз, в перекрестном потоке, и продолжительность контакта между газовой и твердой фазами составляет менее чем 3 секунды в реакционном пространстве (26);

фильтрующая трубная стенка (8), которая имеет определенный диаметр пор, и в результате этого исходный материал продолжает перемещение через поры наружу и в газопродуктовый канал (9), и плотность катализатора в газопродуктовом канале (9) составляет менее чем 10 кг/м^3 ; и

реакторная оболочка (27), которая определяет газопродуктовый канал (9) вместе с фильтрующей трубной стенкой (8) и имеет такую форму и конструкцию, что продолжительность пребывания газообразного продукта в газопродуктовом канале (9) составляет менее чем 15 секунд;

и реактор (1) также имеет распределитель катализатора (15), расположенный в его верхней части, при этом распределитель имеет определенное содержание пор, в результате чего катализатор перемещается под действием силы тяжести сверху вниз, и обеспечивается достижение плотности катализатора в реакционном пространстве (26) в диапазоне от 80 кг/м^3 до 400 кг/м^3 .

2. Реактор по п. 1, в котором содержание пор питающего трубопровода (7) и диаметр пор фильтрующей трубной стенки (8) обеспечивают для исходного материала достижение продолжительности контакта между газовой и твердой фазами, составляющей

менее чем 2 секунды, например, от 0,1 секунды до 1,8 секунды в реакционном пространстве (26).

3. Реактор по п. 1, в котором питающий трубопровод (7) имеет содержание пор, которое постепенно увеличивается сверху вниз; предпочтительно питающий трубопровод (7) имеет содержание пор в верхней области, составляющее от 5% до 10%, содержание пор в средней области, составляющее от 10% до 15%, и содержание пор в нижней области, составляющее от 15 до 20%.

4. Реактор по п. 1, в котором фильтрующая трубная стенка (8) имеет средний диаметр пор, находящийся в диапазоне от 5 микрон до 30 микрон.

5. Реактор по п. 1, в котором фильтрующая трубная стенка (8) имеет средний диаметр пор, который постепенно увеличивается сверху вниз; предпочтительно фильтрующая трубная стенка (8) имеет средний диаметр пор в верхней области, составляющий от 5 микрон до 10 микрон, средний диаметр пор в средней области, составляющий от 10 микрон до 20 микрон, и средний диаметр пор в нижней области, составляющий от 20 микрон до 30 микрон.

6. Реактор по п. 1, в котором распределитель катализатора (15) сконфигурирован таким образом, что реакционное пространство (26) имеет плотность катализатора, составляющую более чем 100 кг/м³, предпочтительно более чем 150 кг/м³; предпочтительно распределитель катализатора (15) представляет собой решетку или пористую перегородку с содержанием пор, находящимся в диапазоне от 60% до 95%.

7. Реактор по п. 1, в котором реакторная оболочка (27) имеет форму усеченного конуса с меньшим диаметром в своей верхней части, и в результате этого диаметр в верхней части (11) газопродуктового канала (9) составляет менее чем диаметр в нижней части (10) газопродуктового канала.

8. Реактор по п. 7, в котором соотношение диаметра в верхней части (11) газопродуктового канала и диаметра в нижней части (10) газопродуктового канала находится в диапазоне от 1:1,1 до 1:3; и/или реакторная оболочка (27) имеет угол между боковой стенкой и горизонтальной плоскостью, составляющий от 60° до 85°.

9. Реактор по п. 1, в котором питающий трубопровод (7) имеет содержание пор, находящийся в диапазоне от 5% до 20%.

10. Обеспечивающая кратковременный контакт реакционная система для производства этилена и пропилена из метанола (МТО), содержащая: обеспечивающий кратковременный контакт реактор (1) по любому из пп. 1-9, лифт-реактор (2), плотный слой (3) и отпарную колонну (4);

обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО (1) используется для превращения метанола в обогащенный олефинами продукт;

лифт-реактор (2) используется для превращения смешанного легкого углеводородного исходного материала, содержащего смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 из продукта обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО (1), в обогащенный олефинами продукт, который поднимается в плотный слой (3);

плотный слой (3) располагается выше обеспечивающего кратковременный контакт реактора (1) и используется, чтобы содержать и обеспечивать катализатор, требуемый для обеспечивающего кратковременный контакт реактора (1), и превращать побочный оксидный материал из продукта реакции;

отпарная колонна (4) располагается ниже обеспечивающего кратковременный контакт реактора (1) и используется, чтобы удалять продукт реакции, захваченный закоксованным катализатором, из обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО (1).

11. Реакционная система по п. 10, в которой:

циклонный сепаратор (21) располагается в плотном слое (3); и/или

реакционная система дополнительно содержит регулятор потока катализатора (22), который присоединяется к плотному слою (3) и обеспечивающему кратковременный контакт реактору МТО (1); и/или

реакционная система дополнительно содержит разделительную систему, которая используется для разделения продукта реакции (19) из плотного слоя (3) и/или обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО (1) на этилен, пропилен и смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 .

12. Реакционная система по п. 11, в которой регулятор потока катализатора (22) представляет собой выбивающее твердые частицы устройство, золотниковый клапан или пробковый клапан.

13. Способ производства этилена и пропилена из метанола посредством реакции в течение кратковременного контакта, причем указанный способ отличается тем, что он осуществляется с применением реакционная система по любому из пп. 10-12, и включает:

а) обеспечение исходного метанола (12) для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО (1) через метанольный питающий трубопровод (7), приведение в контакт и реакцию с опускающимся катализатором, и при этом производятся продукт (18) реакции метанола и закоксованный катализатор I; обеспечение продукта (18) реакции метанола для введения в газопродуктовый канал (9) через фильтрующую трубную стенку (8), выпуск из обеспечивающего кратковременный

контакт реактора МТО (1) и объединение с продуктом реакции (19); обеспечение опускания закоксованного катализатора в отпарную колонну (4) через уплотнительная труба (14);

б) обеспечение смешанного легкого углеводородного исходного материала (13) и пара для введения в лифт-реактор (2), приведение в контакт и реакцию с регенерированным катализатором (5) и подъем в плотный слой (3);

с) обеспечение побочного оксидного материала (20) для введения в плотный слой (3), приведение в контакт и реакцию с катализатором, и при этом производятся продукт реакции и закоксованный катализатор II; обеспечение закоксованного катализатора II для введения в обеспечивающий кратковременный контакт реактор МТО (1) через регулятор потока катализатора (22) и распределитель катализатора (15);

д) обеспечение отпарной среды (16) для введения в отпарную колонну (4) и приведение в контакт с катализатором для осуществления отпаривания; обеспечение полученного в результате отпаренного продукта (17) для объединения с продуктом реакции (19) и полученного в результате отработанного катализатора (6) для введения в регенератор для регенерации с получением регенерированного катализатора (5);

е) обеспечение продукта реакции (19) для введения в последующую разделительную систему в целях разделения с получением смешанного легкого углеводородного исходного материала (13) и побочный оксидный материал (20).

14. Способ по п. 13, в котором:

смешанный легкий углеводородный исходный материал (13) по меньшей мере содержит смесь неароматических углеводородов C₄-C₆, полученную из разделительной системы; и/или

побочный оксидный материал (20) составляют побочный смешанный оксидный продукт и вода, которые образуются в результате реакции,

при этом смешанный оксид содержится в количестве, находящемся в диапазоне от 5% до 80%, смешанный оксид содержит метанол и по меньшей мере одно из следующих веществ: этанол, пропанол, бутанол, этаналь, пропаналь, бутаналь, ацетон, бутанон, муравьиная кислота, уксусная кислота и пропионовая кислота, причем альдегиды и кетоны содержатся в смешанном оксиде в количестве, находящемся в диапазоне от 30% до 60%, и метанол содержится в смешанном оксиде в количестве, находящемся в диапазоне от 0,01% до 30%.

15. Способ по п. 13 или 14, в котором:

эксплуатация обеспечивающего кратковременный контакт реактора МТО (1) осуществляется в следующих условиях:

температура катализатора: 450-500°C,
манометрическое давление реакции: 0,01-0,3 МПа,
массовая пространственная скорость метанола: 2-15 ч⁻¹,
плотность катализатора: 100-400 кг/м³; и/или

эксплуатация лифт-реактора (2) осуществляется в следующих условиях:

температура катализатора: 530-650°C,

линейная скорость газа: 1,1-15 м/с,

массовая пространственная скорость смешанного легкого углеводородного исходного материала (13): 5-30 ч⁻¹,

плотность катализатора: 20-100 кг/м³; и/или

эксплуатация плотного слоя (3) осуществляется в следующих условиях:

температура катализатора: 480-580°C,

линейная скорость газа: 0,3-1 м/с,

массовая пространственная скорость побочного оксидного материала (20): 0,3-3 ч⁻¹,

плотность катализатора: 180-400 кг/м³.

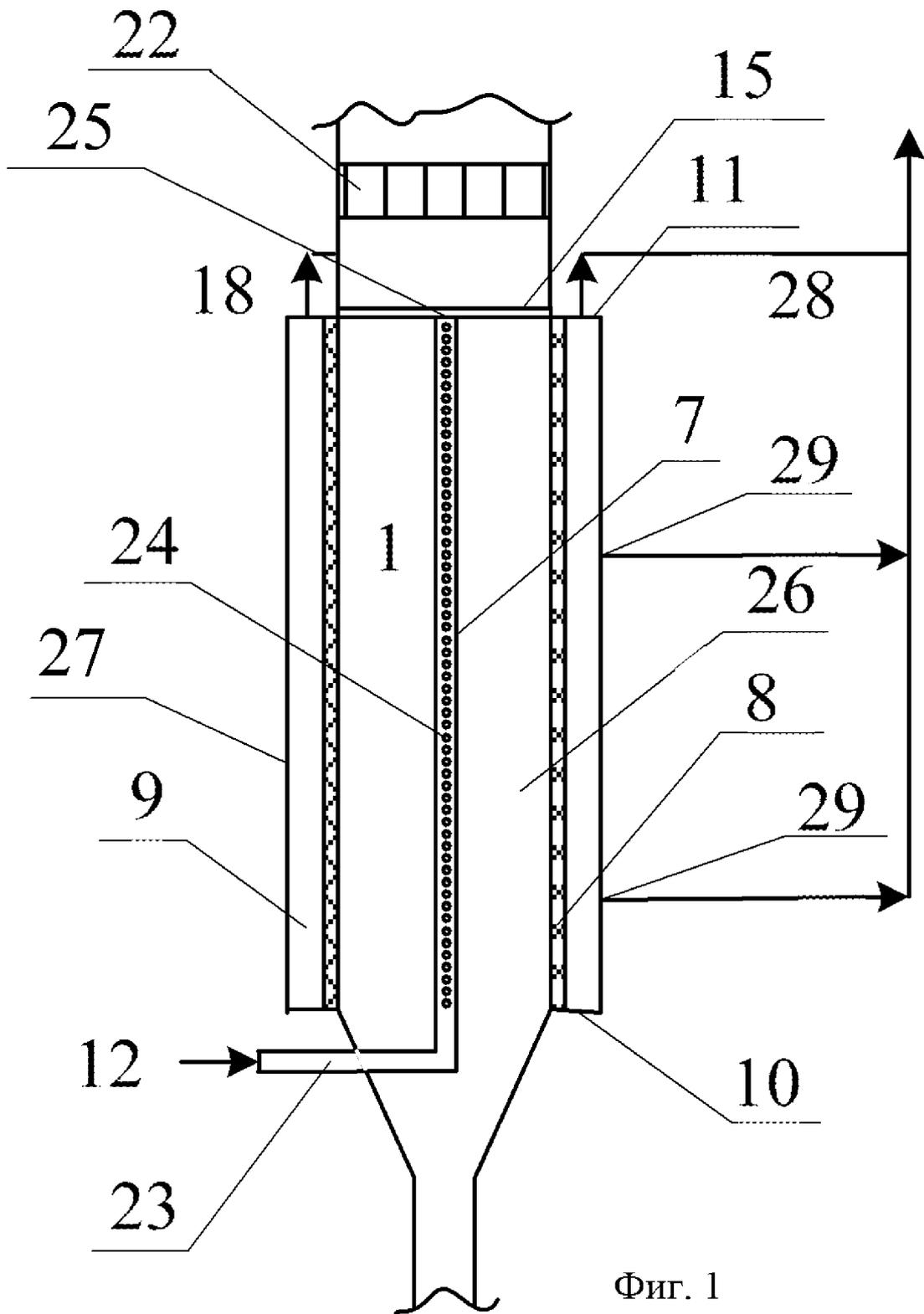
16. Способ по п. 13 или 14, в котором:

массовое соотношение смешанного легкого углеводородного исходного материала (13) и пара находится в диапазоне от 1:0,5 до 1:3; и/или

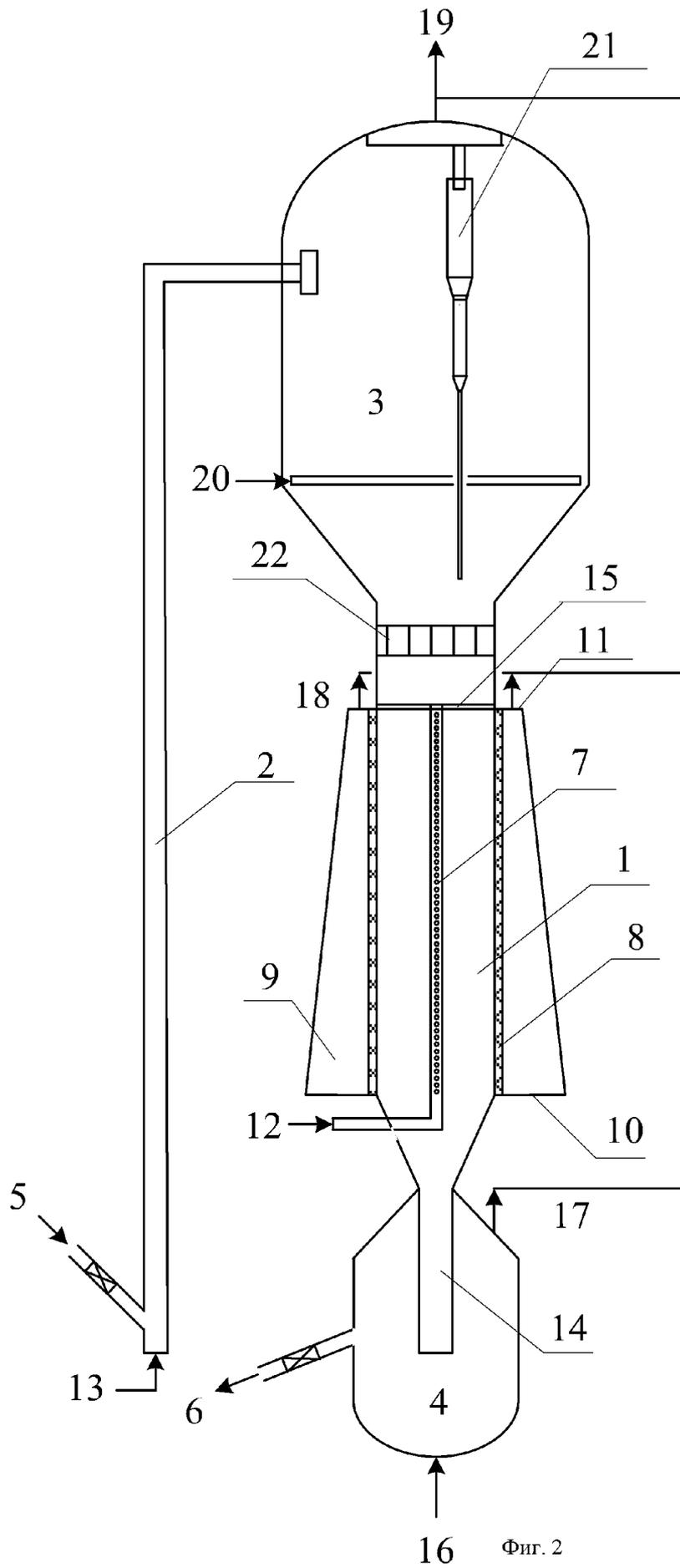
катализатор представляет собой содержащий молекулярное сито SAPO-34 катализатор; и/или

регенерированный катализатор (5), по отношению к полной массе катализатора, имеет содержание углерода, составляющее менее чем 0,1%; и/или

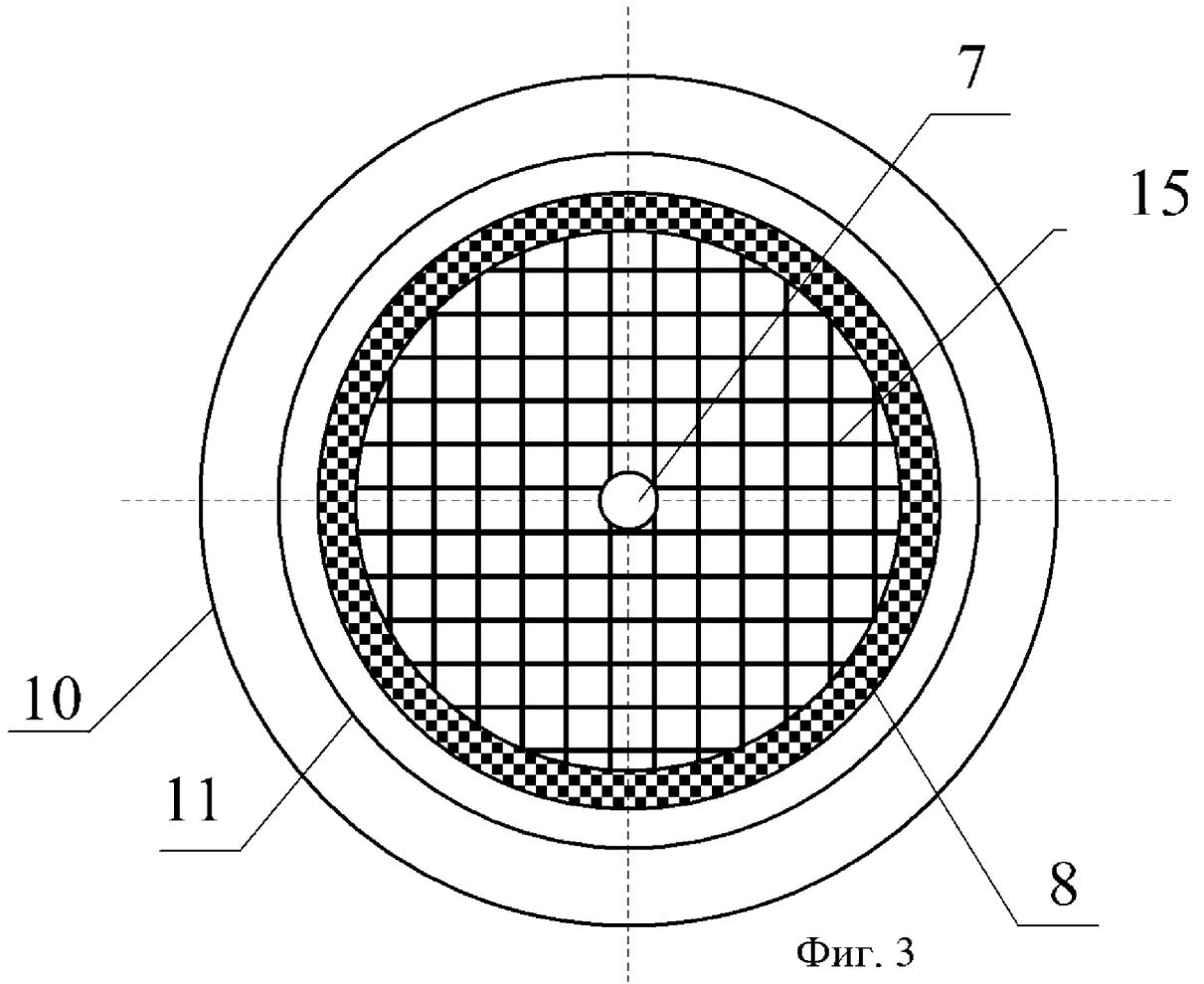
отпарная среда (16) представляет собой одно или несколько веществ из пара и инертных газов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3