

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390895** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.23

(51) Int. Cl. **B01J 8/00** (2006.01)
C10G 11/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.09.15

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРА

(31) **202010968050.4**

(32) **2020.09.15**

(33) **CN**

(86) **PCT/CN2021/118392**

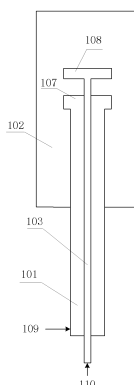
(87) **WO 2022/057805 2022.03.24**

(71) Заявитель:
**ЧАЙНА ПЕТРОЛЕУМ ЭНД
КЕМИКАЛ КОРПОРЕЙШН;
ШАНХАЙ РЕСЕРЧ ИНСТИТУТ
ОФ ПЕТРОКЕМИКАЛ
ТЕКНОЛОДЖИ, СИНОПЕК (CN)**

(72) Изобретатель:
**Цзун Хунюань, Ли Сяохун, Ци
Гочжэнь, Цзинь Юнмин, Гао Пань,
Ван Яньсюэ (CN)**

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

(57) Изобретение предлагает устройство для смешивания по меньшей мере двух зернистых материалов, содержащее первый стояк, используемый для загрузки первых частиц, и второй стояк, коаксиально окружающий его и используемый для загрузки вторых частиц, причем верхняя часть первого стояка проходит за верхнюю часть второго стояка, и по меньшей мере часть верхней части первого стояка и по меньшей мере часть верхней части второго стояка располагаются внутри зоны смешивания, так что первые и вторые частицы подаются через первый и второй стояки, соответственно, в зону смешивания и смешиваются.



202390895
A1

202390895

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-577552EA/026

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРА

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к устройству для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, и, в частности, это устройство является особенно подходящим для использования в реакционной системе для производства этилена-пропилена.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Низшие олефины, а именно этилен и пропилен, являются двумя важными видами основного химического исходного сырья, и потребность в низших олефинах непрерывно растет. В последние годы был разработан процесс преобразования метанола в олефины (МТО), три соответствующие технологии применялись в промышленности, и существует множество связанных с этим патентов.

Патентные документы CN102464534B и CN102372538A раскрывают зонированные процессы МТО, в которых метанол входит в нижнюю зону предварительного смешивания или трубку смешивания катализатора и верхнюю основную зону реакции соответственно для реакции.

В процессе, раскрытом в патентном документе CN102276398A, жидкий метанол входит в первоначальную зону контакта для обмена теплом с отработанным катализатором, а затем поднимается вверх, чтобы войти в основную зону реакции для производства этилена и пропилена.

В соответствии с приведенной выше схемой, в качестве условий реакции в области предварительного смешивания трубка смешивания катализатора и поверхность начального контактирования не являются подходящими для преобразования метанола, что вызывает потерю метанола, и селективность по обоим олефинам становится низкой. В частности, в процессах МТО катализаторы в виде частиц участвуют в дезактивации (в частности, например, коксования) и регенерации, в то время как определенная степень коксования катализатора может быть полезной для реакции. Таким образом, в процессе МТО желательно быстро смешивать в некотором соотношении восстановленный катализатор с дезактивированным для коксования катализатором.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Одна из технических проблем, решаемых настоящим изобретением, заключается в преодолении того недостатка, что множество катализаторов в виде частиц трудно быстро и однородно смешать в предшествующем уровне техники, что особенно важно для процесса МТО производства этилена-пропилена.

Основываясь на исследованиях и улучшении процесса МТО, настоящее изобретение предлагает устройство для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, содержащее стояк для загрузки первого катализатора в виде частиц и внешний корпус, коаксиально окружающий этот стояк для загрузки второго катализатора

в виде частиц, причем первый и второй катализаторы в виде частиц отличаются по структуре и/или составу, и по меньшей мере часть верхней части стояка и по меньшей мере часть верхней части внешнего корпуса располагаются внутри зоны смешивания; в котором:

нижняя часть стояка снабжена входным отверстием питания стояка для первой подъемной среды, которая используется для доставки вверх первого катализатора в виде частиц, загружаемого в стояк; верхняя часть стояка имеет структурный элемент выходного отверстия стояка для того, чтобы подающийся вверх первый катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны смешивания через структурный элемент выходного отверстия стояка;

нижняя часть внешнего корпуса снабжена входным отверстием питания стояка для второй подъемной среды, которая используется для доставки вверх второго катализатора в виде частиц, загружаемого во внешний корпус; верхняя часть внешнего корпуса снабжена структурным элементом выходного отверстия внешнего корпуса для того, чтобы подающийся вверх второй катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны смешивания через структурный элемент выходного отверстия внешнего корпуса и смешивался с первым катализатором в виде частиц для получения смешанного катализатора.

В одном предпочтительном варианте осуществления первый и второй катализаторы в виде частиц распределяются таким образом, чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 5, и среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц составляла менее 3,0; или чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 1, и среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц составляла менее 1,0.

В одном предпочтительном варианте осуществления массовое соотношение R_w объемных скоростей входящих в зону смешения потока первого катализатора в виде частиц и потока второго катализатора в виде частиц составляет $0,01 < R_w \leq 0,5$, предпочтительно $0,02 \leq R_w \leq 0,2$.

В одном предпочтительном варианте осуществления смеситель по настоящему изобретению может использоваться в процессе производства этилена-пропилена, в котором внешний корпус представляет собой реактор быстрого слоя; зона смешения предпочтительно представляет собой отстойник быстрого слоя; и/или каждый из структурного элемента выходного отверстия стояка и структурного элемента выходного отверстия быстрого слоя предпочтительно представляет собой быстрый сепаратор.

В одном предпочтительном варианте осуществления стояк снабжен снаружи теплообменным змеевиком или рубашкой для терморегулирования стояка и/или внешнего корпуса.

Настоящее изобретение также предлагает реакционную систему для производства этилена-пропилена, содержащую: расположенные коаксиально реактор быстрого слоя, отстойник быстрого слоя и стояк; в которой

стояк располагается в радиальном направлении внутри реактора быстрого слоя; нижняя часть стояка снабжена входным отверстием питания стояка для первой подъемной среды; верхнее выходное отверстие стояка соединяется со структурным элементом выходного отверстия стояка, через который восстановленный первый катализатор в виде частиц, полученный путем регенерационной обработки и опционально другой обработки, подается в отстойник быстрого слоя;

реактор быстрого слоя используется для выполнения в нем контакта и реакции исходного сырья с катализатором с образованием этилена-пропилена, во время которой катализатор по меньшей мере частично дезактивируется; верхняя часть реактора быстрого слоя соединена со структурным элементом выходного отверстия быстрого слоя, второй катализатор в виде частиц, получаемый в результате частичной дезактивации, подается в отстойник быстрого слоя и смешивается с восстановленным первым катализатором в виде частиц для того, чтобы получить смешанный катализатор;

структурный элемент выходного отверстия стояка и структурный элемент выходного отверстия быстрого слоя располагаются внутри отстойника быстрого слоя, а структурный элемент выходного отверстия стояка располагается над структурным элементом выходного отверстия быстрого слоя;

причем каждый из структурного элемента выходного отверстия стояка и структурного элемента выходного отверстия быстрого слоя предпочтительно представляет собой быстрый сепаратор.

Настоящее изобретение также предлагает устройство для смешивания по меньшей мере двух зернистых материалов, содержащее стояк для загрузки первых частиц и внешний корпус, коаксиально окружающий этот стояк для загрузки вторых частиц, причем верхняя часть первого стояка проходит за верхнюю часть второго стояка, и по меньшей мере часть верхней части первого стояка и по меньшей мере часть второго стояка располагаются внутри зоны смешивания, так что первые и вторые частицы подаются через первый и второй стояки, соответственно, в зону смешивания и смешиваются.

Соответственно, настоящее изобретение также предлагает примерный процесс для производства этилена-пропилена, содержащий:

а) подачу метанольного исходного сырья в реактор быстрого слоя для контакта и реагирования с катализатором с тем, чтобы получить продукт реакции I, и подачу второго катализатора в виде частиц, полученного в результате частичной дезактивации, через быстрый сепаратор быстрого слоя в отстойник быстрого слоя;

б) подачу части смешанного катализатора из отстойника быстрого слоя в отгонную секцию и возвращение части смешанного катализатора в реактор быстрого слоя, и подачу другой части смешанного катализатора во внешний теплообменник для контакта с охладителем для охлаждения с последующим возвратом в реактор быстрого слоя;

с) подачу легкого углеводородного сырья и оксигенатного сырья во внешний реактор стояка для контакта с катализатором с целью реакции во время его перемещения

вверх и подачи в отстойник стояка для получения продукта реакции II и первого катализатора в виде частиц, где оксигенатное сырье содержит воду и оксигенат;

d) подачу части первого катализатора в виде частиц из отстойника стояка в отгонную секцию, а другой части первого катализатора в виде частиц в стояк; причем первый катализатор в виде частиц, подаваемый в стояк, входит в отстойник быстрого слоя через быстрый сепаратор стояка за счет подъема первой подъемной средой;

e) подачу катализатора из отгонной секции после отгонки отгонной средой в регенератор для контакта с регенерирующей средой для сжигания кокса на катализаторе с тем, чтобы получить восстановленный катализатор и дымовой газ;

f) дегазацию восстановленного катализатора, а затем подачу дегазированного восстановленного катализатора во внешний реактор стояка; и подачу продукта реакции I и продукта реакции II вместе в блок разделения для получения продукта, богатого этиленом и пропиленом, смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 и водной фазы, причем часть или вся водная фаза используется в качестве оксигенатного сырья.

В настоящем изобретении продукты реакции, упомянутые в различных вариантах осуществления, включая, например, продукт реакции I, продукт реакции II и дополнительный продукт реакции и т.д., представляют собой материал, полученный с помощью реакции, предназначенной для получения продуктов этилена и пропилена, и способный обеспечивать продукты, богатые этиленом и пропиленом, посредством блоков разделения, известных в данной области техники, но их конкретный состав может несколько отличаться в различных вариантах осуществления из-за различий в исходных материалах, условиях реакции и т.д. в рамках настоящего изобретения.

В технических решениях для производства этилена-пропилена с помощью каталитического преобразования метанола неароматические углеводороды C_4-C_6 и водный раствор оксигената контактируют и реагируют с восстановленным катализатором во внешнем реакторе стояка и преобразуются в этилен и пропилен с высокой селективностью в условиях высокой температуры и высокой линейной скорости, что позволяет избежать образования тяжелых углеводородных и фенольных соединений. При этом получаемый восстановленный катализатор полностью смешивается со вторым катализатором в виде частиц, полученным путем частичной дезактивации в отстойнике быстрого слоя через специальную структуру быстрого сепаратора, а затем подается в реакционную зону реактора быстрого слоя для участия в реакции МТО, так что может быть получена высокая селективность по этилену и пропилену.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения, использующим катализатор SAPO-34, общий выход этилена и пропилена в пересчете на углерод может достигать 90,4 мас.%, что представляет собой желательный технический эффект.

ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1 показывает схематическое изображение смесителя в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 2 показывает схематическое изображение реакционной системы для производства этилена-пропилена в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 3-5 показывают схематические чертежи подробного соединения структурного элемента выходного отверстия стояка (быстрого сепаратора) со структурным элементом выходного отверстия внешнего корпуса (быстрого сепаратора) в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 6 и 7 показывают схематические чертежи конкретного соединения структурных элементов выходного отверстия стояка;

Фиг. 8 показывает схематическое изображение смесителя в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения; и

Фиг. 9 показывает схематическое изображение реакционной системы для производства этилена-пропилена в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения.

ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ ССЫЛОЧНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

101 обозначает внешний корпус; 102 обозначает зону смешивания; 103 обозначает стояк; 107 обозначает структурный элемент выходного отверстия внешнего корпуса; 108 обозначает структурный элемент выходного отверстия стояка; 109 обозначает входное отверстие питания стояка для второй подъемной среды; 110 обозначает входное отверстие питания стояка для первой подъемной среды;

201 обозначает реактор быстрого слоя; 202 обозначает отстойник быстрого слоя; 203 обозначает стояк; 204 обозначает зону подъема реактора быстрого слоя; 205 обозначает внешний реактор стояка; 206 обозначает отстойник стояка; 207 обозначает быстрый сепаратор быстрого слоя; 208 обозначает быстрый сепаратор стояка; 209 обозначает входное отверстие для подачи метанола; 210 обозначает входное отверстие для первой подъемной среды; 211 обозначает входное отверстие для освеженного исходного сырья; 212 обозначает выходное отверстие для продукта;

32 обозначает верхнюю часть нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя; 33 обозначает пластину диффузора; 34 обозначает воронку диффузора;

38 обозначает нижний патрубок быстрого сепаратора быстрого слоя; 39 обозначает нижний патрубок быстрого сепаратора стояка;

40 обозначает горизонтальную трубу быстрого сепаратора; 41 обозначает горизонтальную трубу быстрого сепаратора стояка.

ВАРИАНТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Настоящее изобретение будет подробно проиллюстрировано в вариантах осуществления со ссылками на чертежи. Следует понимать, что подробное описание и конкретные Примеры, показывая предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, предназначены только для целей иллюстрации, и не предназначены для ограничения области охвата настоящего изобретения.

В описании настоящего изобретения следует понимать, что взаимосвязь

ориентации или положения, обозначенная терминами «поперечное» направление, «радиальное» направление, «периферическое» направление, «внутреннее», «внешнее» и т.п., относится к ориентации или взаимосвязи положения на чертежах, которые предоставлены для удобства легкого и простого описания, но не для того, чтобы указать или подразумевать, что упомянутое устройство или его часть должны иметь определенную ориентацию, быть сконструированы и работать в определенной ориентации, и таким образом не должна рассматриваться как ограничение настоящего изобретения.

В настоящем изобретении одно и то же ссылочное обозначение обычно обозначает один и тот же/соответствующий объект.

В настоящем изобретении под давлением понимается манометрическое давление, если явно не указано иное.

Как показано на Фиг. 1, настоящее изобретение предлагает устройство для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, содержащее стояк (103) для загрузки первого катализатора в виде частиц и внешний корпус (101), коаксиально окружающий этот стояк для загрузки второго катализатора в виде частиц, причем первый и второй катализаторы в виде частиц отличаются по структуре и/или составу, и по меньшей мере часть верхней части стояка (103) и по меньшей мере часть верхней части внешнего корпуса (101) располагаются внутри зоны (102) смешивания;

где нижняя часть стояка (103) снабжена входным отверстием (110) питания стояка для первой подъемной среды, которая используется для доставки вверх первого катализатора в виде частиц, загружаемого в стояк (103); верхняя часть стояка (103) имеет структурный элемент (108) выходного отверстия стояка для того, чтобы подающийся вверх первый катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны смешивания (102) через структурный элемент (108) выходного отверстия стояка;

Нижняя часть внешнего корпуса (101) снабжена входным отверстием (109) для второй подъемной среды, которая используется для доставки вверх второго катализатора в виде частиц, загружаемого во внешний корпус (101); верхняя часть внешнего корпуса (101) имеет структурный элемент (107) выходного отверстия внешнего корпуса для того, чтобы подающийся вверх второй катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны (102) смешивания через структурный элемент (107) выходного отверстия внешнего корпуса и смешивался с первым катализатором в виде частиц для получения смешанного катализатора.

Как показано на Фиг. 2, настоящее изобретение предлагает реакционную систему для производства этилена-пропилена, которая использует смеситель, показанный на Фиг. 1, в качестве главной части реакционной функциональной зоны, и внешняя зона подъема/регенерации соединена с наружной стороной реакционной функциональной зоны. Реакционная система таким образом содержит:

реакционную функциональную зону, содержащую: реактор 201 быстрого слоя, имеющий зону 204 подъема с уменьшенным радиусом в ее верхней части

(соответствующую внешнему корпусу 101, показанному на Фиг. 1), отстойник 202 быстрого слоя (соответствующий зоне 102 смешивания, показанной на Фиг. 1), стояк 203 (соответствующий стояку 103, показанному на Фиг. 1), входное отверстие 209 для метанольного питания (соответствующего второй подъемной среде 109, показанной на Фиг. 1), опционально внешний теплообменник (расположенный снаружи смесителя и не показанный на чертеже); и

внешнюю зону подъема/регенерации, содержащую: внешний реактор 205 стояка, отстойник 206 стояка, опционально отгонную секцию (не показана на чертеже) и опционально регенератор (не показан на чертеже).

В одном варианте осуществления стояк 203 и реактор 201 быстрого слоя являются коаксиальными с отстойником 202 быстрого слоя, причем реактор 201 быстрого слоя окружает стояк 203; выходное отверстие стояка 203 соединено со структурным элементом 208 выходного отверстия стояка (таким как быстрый сепаратор), а верхняя часть реактора 201 быстрого слоя соединена со структурным элементом 207 выходного отверстия быстрого слоя (таким как быстрый сепаратор); и быстрый сепаратор 208 стояка и быстрый сепаратор 207 быстрого слоя располагаются внутри отстойника 202 быстрого слоя. В одном варианте осуществления быстрый сепаратор 208 стояка располагается выше быстрого сепаратора 207 быстрого слоя. В одном варианте осуществления структурный элемент 208 выходного отверстия стояка (см. Фиг. 6 и 7) располагается внутри быстрого сепаратора 207 быстрого слоя, внешний реактор 205 стояка является коаксиальным с отстойником 206 стояка, и верхняя часть и выходное отверстие внешнего реактора 205 стояка располагаются внутри отстойника 206 стояка.

Соответственно, в настоящем изобретении, принимая во внимание описанное выше соответствие на Фиг. 1 и 2, различные варианты осуществления и технические особенности, обсужденные в отношении внешнего корпуса 101 и соответствующего реактора 201 быстрого слоя, являются взаимозаменяемыми друг с другом, если только они очевидно не отклоняются от цели настоящего изобретения; и то же самое относится к зоне 102 смешивания с соответствующим отстойником 202 быстрого слоя и стояку 103 с соответствующим стояком 203. В дополнение к этому, другие устройства/компоненты, не указанные специально, но соответствующие ссылочным обозначениям на Фиг. 1 и 2, такие как устройства/компоненты, обозначенные как 107, 108, 109 и 110, имеют такие взаимозаменяемые отношения с устройствами/компонентами, обозначенными как 207, 208, 209 и 210. Кроме того, даже если это специально не указано или не обозначено на чертежах, специалистам в данной области будет понятно, что различные обсуждаемые устройства/компоненты, упомянутые в настоящем изобретении и/или обозначенные на чертежах, в целом применимы к устройству для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, показанному на Фиг. 1, и к реакционной системе для производства этилена-пропилена, показанной на Фиг. 2, соответственно, а также к другим проиллюстрированным, предпочтительным или особо упомянутым вариантам осуществления настоящего изобретения, если удовлетворяются цель настоящего

изобретения или конкретная цель соответствующего варианта осуществления. Например, структура быстрого сепаратора 208 стояка, обсужденная в настоящем документе и проиллюстрированная на Фиг. 3, является конкретным примером реакционной системы для получения этилена-пропилена, показанной на Фиг. 2, но также подходит для смесителя по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, показанного на Фиг. 1, а также для других вариантов осуществления, охватываемых настоящим изобретением, если удовлетворяются цель настоящего изобретения или конкретная цель соответствующего варианта осуществления. В качестве другого примера, входное отверстие 209 для метанольного питания, показанное на Фиг. 2, соответствует входному отверстию 109 питания стояка для второй подъемной среды, показанному на Фиг. 1, где метанольное питание способно действовать в реакционной системе как подъемная среда для катализатора, с которым оно находится в контакте.

В одном варианте осуществления выходное отверстие для смешанного катализатора отстойника 206 стояка соединено с входным отверстием питания стояка 203, а также с входным отверстием питания отгонной секции, выходное отверстие смешанного катализатора отстойника 202 быстрого слоя соединено с входным отверстием питания отгонной секции и с входным отверстием питания внешнего теплообменника, выходное отверстие для твердых веществ отгонной секции соединено с входным отверстием для твердых веществ регенератора, и выходное отверстие охлажденного продукта внешнего теплообменника соединено с верхним отверстием отстойника 202 быстрого слоя.

В одном варианте осуществления внутренность зоны 202 смешивания снабжена кольцевым распределителем, коаксиально окружающим верхнюю часть внешнего корпуса 201 для доставки вверх псевдоожижающего газа (например пара) внутрь зоны 202 смешивания для воздействия на первый и второй катализаторы в виде частиц.

В системе по настоящему изобретению водный раствор оксигената контактирует и реагирует с восстановленным катализатором во внешнем реакторе 205 стояка и преобразуется в низшие углеводороды в условиях высокой температуры и высокой линейной скорости, что позволяет избежать образования тяжелых углеводородных и фенольных соединений. При этом получаемый восстановленный первый катализатор движется вверх и полностью смешивается со вторым катализатором в виде частиц, получаемым в результате частичной дезактивации, а затем подается в реакционную зону реактора быстрого слоя для контакта и реагирования с метанолом, так что может быть получена высокая селективность по этилену и пропилену.

В настоящем изобретении циклоны или любое другое устройство, способное выполнять аналогичную функцию (в частности, такую, как отделение катализатора от продукта), могут быть предусмотрены как в отстойнике 202 быстрого слоя, так и в отстойнике 206 стояка.

Специалистам в данной области техники будет понятно, что смеситель по настоящему изобретению, показанный на Фиг. 1, может использоваться во множестве приложений, включающих смешивание по меньшей мере двух катализаторов в виде

частиц, в дополнение к реакционной системе получения этилена-пропилена, показанной на Фиг. 2, включая, но не ограничиваясь этим: смешивание свежего катализатора, добавленного в реакционную систему, с существующим катализатором; подачу требуемых для реакции по меньшей мере двух катализаторов в связи с мгновенными операциями, такими как смешивание, компаундирование и т.п.; непрерывное возвращение восстановленного катализатора во время реакции; а также смешивание катализаторов, имеющих различную активность.

Кроме того, специалистам в данной области техники будет понятно, что настоящее изобретение также предлагает в более широком смысле смесительное устройство для смешивания по меньшей мере двух сыпучих материалов, содержащее стояк для загрузки первых частиц и внешний корпус, коаксиально окружающий этот стояк для загрузки вторых частиц, причем верхняя часть первого стояка проходит за верхнюю часть второго стояка, и по меньшей мере часть верхней части первого стояка и по меньшей мере часть второго стояка располагаются внутри верхнего сосуда, так что первые и вторые частицы подаются через первый и второй стояки, соответственно, внутрь верхнего сосуда и смешиваются.

Как показано в вариантах осуществления, проиллюстрированных на Фиг. 2 и 3, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения быстрые сепараторы 208 стояка имеют структуру патрубка, предпочтительно представляют собой нижние патрубки 39, и предпочтительно нижние патрубки 39 распределены равномерно.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения быстрый сепаратор 207 быстрого слоя имеет структуру патрубка, предпочтительно представляет собой нижние патрубки 38, и предпочтительно нижние патрубки 38 распределены равномерно.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения нижний патрубок 39 быстрого сепаратора стояка и нижний патрубок 38 быстрого сепаратора быстрого слоя распределены пересекающимся образом.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения количество n нижних патрубков 39 быстрого сепаратора 208 стояка составляет 2-8; а угол β между смежными нижними патрубками 39 быстрого сепаратора стояка равняется 45-180 градусам. Этот вариант осуществления показан, например, на Фиг. 4.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения количество m нижних патрубков 38 быстрого сепаратора 207 быстрого слоя составляет 2-8; а угол α между смежными нижними патрубками 38 быстрого сепаратора быстрого слоя равняется 45-180 градусам. Этот вариант осуществления показан, например, на Фиг. 4 и 5.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения расстояние от центральной точки быстрого сепаратора 207 быстрого слоя до центральной точки нижнего патрубка 38 быстрого сепаратора быстрого слоя меньше или равно расстоянию от центральной точки быстрого сепаратора 208 стояка до нижнего патрубка 39 быстрого сепаратора стояка. Более предпочтительно соотношение между расстоянием

от центральной точки быстрого сепаратора 207 быстрого слоя до центральной точки нижнего патрубка 38 быстрого сепаратора быстрого слоя и расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 208 стояка до нижнего патрубка 39 быстрого сепаратора стояка составляет 0,3-1:1.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения верхняя часть стояка 203 проходит дальше верхней части зоны 204 подъема реактора быстрого слоя, так что структурный элемент 208 выходного отверстия стояка располагается над структурным элементом 207 выходного отверстия быстрого слоя. Такие варианты осуществления могут упоминаться в настоящем изобретении как «компоновка выше/ниже», и иллюстрируются, например, на Фиг. 2 и 3, а соответствующая структура показана на Фиг. 1. Фиг. 4 и 5 представляют собой конкретные иллюстрации структурного элемента 208 выходного отверстия и структурного элемента 207 выходного отверстия быстрого слоя, которые могут использоваться в этой компоновке «выше/ниже».

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения структурный элемент 208 выходного отверстия стояка располагается внутри структурного элемента 207 выходного отверстия быстрого слоя, так что первый катализатор в виде частиц предварительно перемешивается со вторым катализатором в виде частиц в структурном элементе 207 выходного отверстия быстрого слоя. Такие варианты осуществления могут упоминаться в настоящем изобретении как «компоновка внутри», что иллюстрируется, например, на Фиг. 6-8.

Аналогично предыдущему обсуждению соответствия настоящему изобретению, в настоящем изобретении взаимное расположение между структурным элементом выходного отверстия стояка и структурным элементом выходного отверстия внешнего корпуса (структурным элементом выходного отверстия быстрого слоя) не ограничивается обсуждением в каждом варианте осуществления или иллюстрацией на соответствующем чертеже (чертежах), в то время как позиционное расположение «выше/ниже» или «внутри» может быть выбрано независимо, как описано выше, если удовлетворяется цель настоящего изобретения или конкретная цель соответствующего варианта осуществления.

Как показано на Фиг. 6, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения структурный элемент 208 выходного отверстия стояка является направляющей поток структурой, которая состоит из узла диффузионной воронки 34 и диффузионной пластины 33, выходное отверстие стояка 203 соединено с диффузионной воронкой 34, и диффузионная воронка 34 соединена с диффузионной пластиной 33; расстояние между выходным отверстием стояка 203 и верхней частью 32 нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно h_1 , расстояние от точки соединения диффузионной воронки 34 и диффузионной пластины 33 до верхней части 32 нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно h_3 , расстояние между краевой точкой диффузионной пластины 33 и верхней частью 32 нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно h_2 , и расстояние между верхней частью 31 быстрого сепаратора быстрого слоя и верхней частью 32 нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя

равно H ; угол между диффузионной воронкой 34 и вертикальным направлением равен γ , а угол между диффузионной пластиной 33 и горизонтальным направлением равен δ ; отношение h_1 к H составляет (0,05-0,3):1, отношение h_2 к H составляет (0,2-0,5):1, и отношение h_3 к H составляет (0,4-0,6):1; h_3 больше, чем h_2 ; γ равно 10-60 градусам, а δ равно 30-80 градусам.

Как показано на Фиг. 7, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения структурный элемент 208 выходного отверстия стояка вмещает в себя верхнюю часть стояка 203 непосредственно как элемент направления потока.

Соответственно, ссылаясь на Фиг. 8, которая представляет собой вариант смесительного устройства по настоящему изобретению, показанного на Фиг. 1, который использует, например, структурный элемент 208 выходного отверстия стояка и структурный элемент 207 выходного отверстия быстрого слоя в компоновке «внутри», как показано на Фиг. 6, этот вариант особенно полезен в системе для производства этилена-пропилена, показанной на Фиг. 2, и в частности в качестве реакционной функциональной зоны системы. В соответствии с этим вариантом осуществления смеситель иллюстративно содержит внешний теплообменник 4 и циклон 13.

За счет использования системы по настоящему изобретению выход пропилена-этилена является высоким.

На Фиг. 9 показан один предпочтительный вариант осуществления реакционной системы по настоящему изобретению, изображенной на Фиг. 2, содержащий внешний теплообменник 4, отгонную секцию 7 и регенератор 8. Как показано на Фиг. 9 в комбинации с Фиг. 2, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения предлагается процесс для производства этилена-пропилена, выполняемый в реакционной системе в соответствии с настоящим изобретением и содержащий:

a) подачу метанольного исходного сырья в реакционную секцию реактора 201 быстрого слоя через входное отверстие 209 для метанольного питания для контакта и реагирования с катализатором с целью получения продукта реакции I (поток 22), из которого второй катализатор в виде частиц, получаемый в результате частичной дезактивации, подается вверх через верхнюю зону 204 подъема и в отстойник 202 быстрого слоя через быстрый сепаратор 207 быстрого слоя;

b) подачу части смешанного катализатора (поток 9) из отстойника 202 быстрого слоя в отгонную секцию и возвращение части смешанного катализатора в реакционную секцию реактора 201 быстрого слоя, и подачу другой части смешанного катализатора во внешний теплообменник 4 для охлаждения хладагентом 19 с последующим возвращением в реакционную секцию реактора 201 быстрого слоя;

c) подачу легкого углеводородного сырья и оксигенатного сырья во внешний реактор 205 стояка через входное отверстие 211 свежего сырья для контактирования с восстановленным катализатором и реакции во время его движения вверх, и подачу в отстойник 206 стояка для получения продукта реакции II (поток 21) и первого катализатора в виде частиц (поток 10), где оксигенатное сырье содержит воду и оксигенат;

d) подачу части первого катализатора в виде частиц из отстойника 206 стояка в отгонную секцию, а другой части первого катализатора в виде частиц в стояк 203; причем первый катализатор в виде частиц, подаваемый в стояк 203, входит в отстойник 202 быстрого слоя через быстрый сепаратор 208 стояка за счет подъема первой подъемной средой;

e) подачу катализатора из отгонной секции после отгонки отгонной средой 24 в регенератор для контакта с регенерирующей средой 26 для сжигания кокса на катализаторе с тем, чтобы получить восстановленный катализатор и дымовой газ 25;

f) опционально дегазацию восстановленного катализатора, а затем подачу дегазированного восстановленного катализатора (поток 27) во внешний реактор 205 стояка; и подачу продукта реакции I и продукта реакции II вместе через выходное отверстие 212 для продукта в блок разделения для получения продукта, богатого этиленом и пропиленом, смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 и водной фазы, причем часть или вся водная фаза используется в качестве оксигенатного сырья.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения отгонная секция представляет собой независимое устройство. В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения часть смешанного катализатора и часть первого катализатора в виде частиц подаются в одну и ту же отгонную секцию.

Специалистам в данной области техники будет понятно, что в настоящем изобретении отгонная секция функционирует главным образом для удаления захваченных катализатором примесей, таких как захваченные реакционное масло и газ. Таким образом, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения отгонная секция может быть заменена любым другим устройством, способным выполнять эту главную функцию, если это не оказывает значительного негативного влияния на цель настоящего изобретения.

Специалистам в данной области техники будет понятно, что на стадии b) главной функцией внешнего теплообменника является охлаждение смешанного катализатора для удовлетворения требованиям реакции в реакторе быстрого слоя. Таким образом, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения внешний теплообменник может быть заменен любым другим устройством, способным выполнять эту главную функцию, если это не оказывает значительного негативного влияния на цель настоящего изобретения. Соответственно, внешний теплообменник может быть заменен внутренним теплообменником.

Настоящее изобретение не устанавливает каких-либо особых требований к легкому углеводородному сырью, и легкое углеводородное сырье, обычно используемое в данной области техники, может использоваться в настоящем изобретении, и в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения легкое углеводородное сырье представляет собой смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , и предпочтительно легкое углеводородное сырье по меньшей мере содержит смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , полученную из блока разделения.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения для легкого углеводородного сырья смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , поступающая из блока разделения, составляет более 20 мас.%, а оставшаяся часть смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 поступает из блока каталитического крекинга и/или парового крекинга.

В настоящем изобретении состав смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 может содержать, например, одно или более из изобутена, 1-бутена, н-бутана, изобутана, изопентена, н-пентена, н-пентана, н-гексена и изогексена.

В настоящем изобретении состав оксигенатного сырья особенно не ограничивается, и в настоящем изобретении может использоваться любая смесь, обычно используемая в данной области техники, содержащая воду и оксигенат, и для настоящего изобретения предпочтительно, чтобы оксигенатное сырье содержало оксигенат в количестве 5-60 мас.% и воду в количестве 40-95 мас.%.

В настоящем изобретении категория оксигената особо не ограничивается, и в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения оксигенат содержит метанол и одно или более из этанола, пропанола, бутанола, ацетальдегида, пропионового альдегида, масляного альдегида, ацетона, бутанона, муравьиной кислоты, уксусной кислоты и пропионовой кислоты; предпочтительно оксигенат содержит альдегид и/или кетон в количестве от 30 до 90 мас.%.

В соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения стояк 203 снабжен входным отверстием для оксигената или легких углеводородов с целью их реагирования с восстановленным катализатором для получения дополнительного продукта реакции, содержащего этилен-пропилен.

Тип хладагента 19 настоящим изобретением не ограничивается, и можно использовать любую теплообменную среду, такую как вода. Для иллюстрации хладагент, используемый в Примерах, является водой.

В настоящем изобретении рабочие условия в реакторе 201 быстрого слоя особо не ограничиваются, и могут быть приняты любые рабочие условия, обычно используемые в данной области техники. В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения реактор 201 быстрого слоя работает при температуре катализатора 450-500°C, линейной скорости газа 0,8-3 м/с, манометрическом давлении реакции 0,01-0,5 МПа и плотности катализатора 50-250 кг/м³.

В настоящем изобретении среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц вычисляется следующим образом:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (x_i/\bar{x} - 1)^2/n$$

$$x_i = (c_c - c_i)/(c_c - c_r)$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i$$

где C_c обозначает процентное содержание углерода в катализаторе в нижнем патрубке (38) быстрого сепаратора быстрого слоя по общей массе катализатора; C_r обозначает процентное содержание углерода в первом катализаторе в виде частиц по общей массе катализатора; и C_i обозначает процентное содержание углерода в катализаторе в любой точке отстойника (202) быстрого слоя по общей массе катализатора.

В соответствии с настоящим изобретением его цель может быть достигнута за счет дополнительной установки внешнего реактора стояка и работы в соответствии с процессом по настоящему изобретению без особых требований к условиям работы во внешнем реакторе 205 стояка, и для настоящего изобретения предпочтительно, чтобы во внешнем реакторе 205 стояка температура катализатора составляла 530-650°C, линейная скорость газа составляла 1,1-15 м/с, и плотность катализатора составляла 20-100 кг/м³.

В соответствии с одним предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения на стадии b): массовое соотношение между частью смешанного катализатора в отстойнике 202 быстрого слоя, подаваемой в отгонную секцию, частью смешанного катализатора в отстойнике 202 быстрого слоя, возвращаемой в реакционную секцию реактора 201 быстрого слоя, и частью смешанного катализатора в отстойнике 202 быстрого слоя, подаваемой во внешний теплообменник, составляет (0,5-1):(5-7):(2-4,5).

В соответствии с одним предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения на стадии d): массовое отношение части первого катализатора в виде частиц, подаваемой в отгонную секцию, к части первого катализатора в виде частиц, подаваемой в стояк 203, составляет (1-3):(7-9).

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения массовое отношение легкого углеводородного сырья к оксигенатному сырью составляет 1:(0,5-3). Выход этилена-пропилена может быть улучшен за счет описанного выше предпочтительного варианта осуществления.

В соответствии с настоящим изобретением катализатор предпочтительно представляет собой молекулярно-ситовый катализатор.

В соответствии с настоящим изобретением молекулярно-ситовый катализатор предпочтительно представляет собой по меньшей мере одно из молекулярно-ситового катализатора SAPO-34, молекулярно-ситового катализатора ZSM-5 и β -молекулярно-ситового катализатора, и более предпочтительно является катализатором SAPO-34. При использовании предпочтительного варианта осуществления настоящего изобретения конверсия и выход низших олефинов улучшаются.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения восстановленный катализатор имеет содержание углерода менее 0,1 мас.% по общей массе катализатора.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения первая

подъемная среда особо не ограничивается и может быть, например, паром и/или оксигенатным сырьем и/или легким углеводородным сырьем.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения вторая подъемная среда особо не ограничивается и может быть, например, метанольным исходным сырьем из процесса производства этилена-пропилена.

Настоящее изобретение в основном модифицирует структуру и рабочие процедуры реакционной системы, а остальные рабочие условия, процессы и стадии, которые конкретно не описаны, могут использовать обычные процессы, условия и стадии.

В настоящем изобретении общий выход этилена и пропилена в пересчете на углерод рассчитывается по формуле: (общий выход этилена и пропилена в пересчете на углерод)=(масса этилена и пропилена)/(масса исходного метанола в пересчете на углерод) $\times 100\%$.

(масса исходного метанола в пересчете на углерод)=(масса исходного метанола) * 14/32.

Таким образом, настоящее изобретение предлагает ряд вариантов осуществления первой примерной серии, в том числе:

1. Устройство для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, содержащее стояк 103 для загрузки первого катализатора в виде частиц и внешний корпус 101, коаксиально окружающий этот стояк для загрузки второго катализатора в виде частиц, причем первый и второй катализаторы в виде частиц отличаются по структуре и/или составу, и по меньшей мере часть верхней части стояка 103 и по меньшей мере часть верхней части внешнего корпуса 101 располагаются внутри зоны 102 смешивания; причем:

нижняя часть стояка 103 снабжена входным отверстием питания стояка для первой подъемной среды 110, которая используется для доставки вверх первого катализатора в виде частиц, загружаемого в стояк 103; верхняя часть стояка 103 имеет структурный элемент 108 выходного отверстия стояка для того, чтобы подающийся вверх первый катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны 102 смешивания через структурный элемент 108 выходного отверстия стояка;

нижняя часть внешнего корпуса 101 снабжена входным отверстием 109 питания стояка для второй подъемной среды, которая используется для доставки вверх второго катализатора в виде частиц, загружаемого во внешний корпус 101; верхняя часть внешнего корпуса 101 снабжена структурным элементом 107 выходного отверстия внешнего корпуса для того, чтобы подающийся вверх второй катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны 102 смешивания через структурный элемент 107 выходного отверстия внешнего корпуса и смешивался с первым катализатором в виде частиц для получения смешанного катализатора.

2. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, в котором первый и второй катализаторы в виде частиц распределяются таким образом, чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 5, и

среднеквадратическая ошибка σ фракции первого катализатора в виде частиц составляла менее 3,0; или чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 1, и среднеквадратическая ошибка σ фракции первого катализатора в виде частиц составляла менее 1,0.

3. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, в котором внутренность зоны 202 смешивания снабжена кольцевым распределителем, коаксиально окружающим верхнюю часть внешнего корпуса 201 для доставки вверх псевдоожижающего газа (например пара) внутрь зоны 202 смешивания для воздействия на первый и второй катализаторы в виде частиц.

6. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, в котором массовое отношение R_w объемных скоростей входящих в зону смешения потока первого катализатора в виде частиц к потоку второго катализатора в виде частиц составляет $0,01 < R_w \leq 0,5$, предпочтительно $0,02 \leq R_w \leq 0,2$.

7. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, в котором структурный элемент 107 выходного отверстия внешнего корпуса имеет структуру патрубка; и/или структурный элемент 108 выходного отверстия стояка имеет структуру патрубка или направляющую поток структуру.

8. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, в котором верхняя часть стояка 103 проходит дальше верхней части внешнего корпуса 101, так что структурный элемент 108 выходного отверстия стояка располагается над структурным элементом 107 выходного отверстия внешнего корпуса.

9. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, в котором структурный элемент 108 выходного отверстия стояка располагается внутри структурного элемента 107 выходного отверстия внешнего корпуса, так что первый катализатор в виде частиц предварительно перемешивается со вторым катализатором в виде частиц в структурном элементе 107 выходного отверстия внешнего корпуса.

10. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 1 первой примерной серии, которое используется в реакционной системе для производства этилена-пропилена, в котором:

внешний корпус 101 является реактором 201 быстрого слоя, в котором главным образом выполняется контакт и реакция исходного сырья с катализатором для получения этилена-пропилена, и второй катализатор в виде частиц получается в результате частичной дезактивации в ходе реакции;

первый катализатор в виде частиц представляет собой восстановленный катализатор, получаемый путем регенерации и опционально других обработок.

11. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 10 первой примерной серии, в котором стояк 103 дополнительно снабжен входным отверстием для оксигената или легких углеводородов с целью их реакции с восстановленным первым катализатором в виде частиц для получения дополнительного продукта реакции,

содержащего этилен-пропилен.

12. Устройство для смешивания согласно варианту осуществления 10 первой примерной серии, в котором стояк 103 снабжен снаружи теплообменным змеевиком или рубашкой для терморегулирования стояка 103 и/или внешнего корпуса 101.

13. Устройство для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, имеющее оборудование для подачи первого катализатора в виде частиц и оборудование для подачи второго катализатора в виде частиц, а также зону смешивания, расположенную выше оборудования для подачи первого и второго катализатора, в которую первый и второй катализаторы в виде частиц подаются для смешивания и получения смешанного катализатора, в котором:

внутри зоны смешивания первый и второй катализаторы в виде частиц распределяются таким образом, чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 5, и среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц составляла менее 3,0; или чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 1, и среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц составляла менее 1,0; и в котором

массовое отношение R_w объемных скоростей входящих в зону смешения потока первого катализатора в виде частиц к потоку второго катализатора в виде частиц составляет $0,01 < R_w \leq 0,5$, предпочтительно $0,02 \leq R_w \leq 0,2$.

14. Реакционная система для производства этилена-пропилена, содержащая: расположенные коаксиально реактор 201 быстрого слоя, отстойник 202 быстрого слоя и стояк 203; в которой

стояк 203 располагается в радиальном направлении внутри реактора 201 быстрого слоя; нижняя часть стояка 203 снабжена входным отверстием 210 питания стояка для первой подъемной среды; верхнее выходное отверстие стояка 203 соединяется со структурным элементом 208 выходного отверстия стояка, через который восстановленный первый катализатор в виде частиц, полученный путем регенерационной обработки и опционально другой обработки, подается в отстойник 202 быстрого слоя;

реактор 201 быстрого слоя используется для выполнения в нем контакта и реакции исходного сырья с катализатором с образованием этилена-пропилена, во время которой катализатор по меньшей мере частично дезактивируется; верхняя часть реактора 201 быстрого слоя соединена со структурным элементом 207 выходного отверстия быстрого слоя, второй катализатор в виде частиц, получаемый в результате частичной дезактивации, подается в отстойник 202 быстрого слоя и смешивается с восстановленным первым катализатором в виде частиц для того, чтобы получить смешанный катализатор;

структурный элемент 208 выходного отверстия стояка и структурный элемент 207 выходного отверстия быстрого слоя располагаются внутри отстойника 202 быстрого слоя, а структурный элемент 208 выходного отверстия стояка располагается над структурным элементом 207 выходного отверстия быстрого слоя;

причем каждый из структурного элемента 208 выходного отверстия стояка и

структурного элемента 207 выходного отверстия быстрого слоя предпочтительно представляет собой быстрый сепаратор.

15. Устройство для смешивания по меньшей мере двух зернистых материалов, содержащее стояк для загрузки первых частиц и внешний корпус, коаксиально окружающий этот стояк для загрузки вторых частиц, причем верхняя часть первого стояка проходит за верхнюю часть второго стояка, и по меньшей мере часть верхней части первого стояка и по меньшей мере часть второго стояка располагаются внутри зоны смешивания, так что первые и вторые частицы подаются через первый и второй стояки, соответственно, в зону смешивания и смешиваются.

В дополнение к этому, настоящее изобретение предлагает ряд вариантов осуществления второй примерной серии, в том числе:

1. Реакционная система для производства этилена-пропилена, содержащая: реактор 201 быстрого слоя, второй плотный слой I, стояк, наружный теплообменник, реактор стояка, второй плотный слой II, отгонную секцию и регенератор; в которой:

труба стояка является коаксиальной с реактором быстрого слоя и вторым плотным слоем I и располагается внутри реактора быстрого слоя;

выходное отверстие стояка соединено с быстрым сепаратором стояка или структурным элементом выходного отверстия стояка, а верхняя часть реактора быстрого слоя соединена с быстрым сепаратором быстрого слоя;

быстрый сепаратор стояка и быстрый сепаратор быстрого слоя располагаются внутри второго плотного слоя, и быстрый сепаратор стояка располагается над быстрым сепаратором быстрого слоя;

структурный элемент выходного отверстия стояка располагается внутри быстрого сепаратора быстрого слоя;

реактор стояка и второй плотный слой II являются коаксиальными, и средняя верхняя часть и выходное отверстие реактора стояка располагаются внутри второго плотного слоя II;

в которой выходное отверстие для отработанного катализатора второго плотного слоя II сообщается с входным отверстием питания стояка и с входным отверстием питания отгонной секции, выходное отверстие для отработанного катализатора второго плотного слоя I сообщается с входным отверстием питания отгонной секции и с входным отверстием питания внешнего теплообменника, выходное отверстие для твердых веществ отгонной секции сообщается с входным отверстием для твердых веществ второго плотного слоя, и выходное отверстие для охлажденного продукта внешнего теплообменника сообщается с верхним отверстием второго плотного слоя.

2. Реакционная система согласно варианту осуществления 1 второй примерной серии, в которой

быстрый сепаратор стояка состоит из нижних патрубков быстрого сепаратора стояка и горизонтальных труб быстрого сепаратора стояка, причем горизонтальные трубы быстрого сепаратора стояка расположены горизонтально, а угол между нижним

патрубком быстрого сепаратора стояка и горизонтальной трубой быстрого сепаратора стояка составляет 90 градусов;

нижние патрубки быстрого сепаратора стояка распределены равномерно; и/или

количество n нижних патрубков быстрого сепаратора стояка составляет 2-8; а угол β между смежными нижними патрубками быстрого сепаратора стояка равняется 45-180 градусам; и/или

быстрый сепаратор быстрого слоя состоит из нижних патрубков быстрого сепаратора быстрого слоя и горизонтальных труб быстрого сепаратора быстрого слоя, причем горизонтальные трубы быстрого сепаратора быстрого слоя расположены горизонтально, а угол между нижним патрубком быстрого сепаратора быстрого слоя и горизонтальной трубой быстрого сепаратора быстрого слоя составляет 90 градусов;

нижние патрубки быстрого сепаратора быстрого слоя распределены равномерно; и/или

количество m нижних патрубков быстрого сепаратора быстрого слоя составляет 2-8; а угол α между смежными нижними патрубками быстрого сепаратора быстрого слоя равняется 45-180 градусам; и/или

нижние патрубки быстрого сепаратора стояка и нижние патрубки быстрого сепаратора быстрого слоя распределены пересекающимся образом.

3. Реакционная система согласно варианту осуществления 1 или 2 второй примерной серии, в которой соотношение между расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора быстрого слоя до центральной точки нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя и расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора стояка до нижнего патрубка быстрого сепаратора стояка составляет $(0,3-1):1$.

4. Реакционная система в соответствии с любым из вариантов осуществления 1-3 второй примерной серии, в которой структурный элемент выходного отверстия стояка состоит из диффузионной воронки и диффузионной пластины, выходное отверстие стояка соединено с диффузионной воронкой, и диффузионная воронка соединена с диффузионной пластиной; расстояние между выходным отверстием стояка и верхней частью нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно h_1 , расстояние от точки соединения диффузионной воронки и диффузионной пластины до верхней части нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно h_3 , расстояние между краевой точкой диффузионной пластины и верхней частью нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно h_2 , и расстояние между верхней частью быстрого сепаратора быстрого слоя и верхней частью нижнего патрубка быстрого сепаратора быстрого слоя равно H ; угол между диффузионной воронкой и вертикальным направлением равен γ , а угол между диффузионной пластиной и горизонтальным направлением равен δ ; отношение h_1 к H составляет $(0,05-0,3):1$, отношение h_2 к H составляет $(0,2-0,5):1$, и отношение h_3 к H составляет $(0,4-0,6):1$; h_3 больше, чем h_2 ; γ равно 10-60 градусам, а δ равно 30-80 градусам.

5. Процесс для производства этилена-пропилена, выполняемый в реакционной

системе в соответствии с любым из вариантов осуществления 1-4 второй примерной серии и содержащий:

а) подачу метанольного исходного сырья в реактор быстрого слоя для контакта и реагирования с катализатором с тем, чтобы получить продукт реакции I, и подачу вверх закоксованного катализатора во второй плотный слой I через быстрый сепаратор быстрого слоя;

б) подачу части отработанного катализатора из второго плотного слоя I в отгонную секцию и возвращение части отработанного катализатора I в реактор быстрого слоя, и подачу другой части отработанного катализатора во внешний теплообменник для контакта с охладителем для охлаждения с последующим возвратом в реактор быстрого слоя;

с) подачу легкого углеводородного сырья и смеси исходного сырья во внешний реактор стояка для контакта с катализатором с целью реакции во время его перемещения вверх и подачи во второй плотный слой II для получения продукта реакции II и отработанного катализатора II, где смесь исходного сырья содержит воду и оксигенат;

д) подачу части отработанного катализатора II из второго плотного слоя II в отгонную секцию, а другой части отработанного катализатора II в стояк; причем отработанный катализатор II, подаваемый в стояк, входит во второй плотный слой I через быстрый сепаратор стояка за счет подъема подъемной средой стояка;

е) подачу катализатора из отгонной секции после отгонки отгонной средой в регенератор для контакта с регенерирующей средой для сжигания кокса на катализаторе с тем, чтобы получить восстановленный катализатор и дымовой газ;

ф) дегазацию восстановленного катализатора, а затем подачу дегазированного восстановленного катализатора в реактор стояка; и подачу продукта реакции I и продукта реакции II вместе в блок разделения для получения продукта, богатого этиленом и пропиленом, смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 и водной фазы, причем часть или вся водная фаза используется в качестве смеси исходного сырья.

6. Процесс согласно варианту осуществления 5 второй примерной серии, в котором легкое углеводородное сырье представляет собой смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , и предпочтительно легкое углеводородное сырье по меньшей мере содержит смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , полученную из блока разделения;

более предпочтительно для легкого углеводородного сырья смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 , поступающая из блока разделения, составляет более 20 мас.%, а оставшаяся часть смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 поступает из блока каталитического крекинга и/или парового крекинга;

предпочтительно смесь неароматических углеводородов C_4-C_6 содержит одно или более из изобутена, 1-бутена, н-бутана, изобутана, изопентена, н-пентена, н-пентана, н-гексена и изогексена;

смесь исходного сырья содержит оксигенат в количестве 5-60 мас.% и воду в количестве 40-95 мас.%; причем оксигенат содержит метанол и одно или более из этанола,

пропанола, бутанола, ацетальдегида, пропионового альдегида, масляного альдегида, ацетона, бутанона, муравьиной кислоты, уксусной кислоты и пропионовой кислоты; предпочтительно оксигенат содержит альдегид и/или кетон в количестве 30-90 мас. %.

7. Процесс согласно варианту осуществления 5 или 6 второй примерной серии, в котором

реактор быстрого слоя работает при температуре катализатора 450-500°C, линейной скорости газа 0,8-3 м/с, манометрическом давлении реакции 0,01-0,5 МПа и плотности катализатора 50-250 кг/м³; и/или

реактор стояка работает при температуре катализатора 530-650°C, линейной скорости газа 1,1-15 м/с и плотности катализатора 20-100 кг/м³; и/или

на стадии b): массовое соотношение между частью отработанного катализатора во втором плотном слое I, подаваемой в отгонную секцию, частью отработанного катализатора во втором плотном слое I, возвращаемой в реактор быстрого слоя, и частью отработанного катализатора во втором плотном слое I, подаваемой во внешний теплообменник, составляет (0,5-1):(5-7):(2-4,5);

на стадии d): массовое отношение части отработанного катализатора II, подаваемой в отгонную секцию, к части отработанного катализатора II, подаваемой в стояк 203, составляет (1-3):(7-9).

8. Процесс согласно любому из вариантов осуществления 5-7 второй примерной серии, в котором массовое отношение легкого углеводородного сырья к смеси исходного сырья составляет 1: (0,5-3).

9. Процесс согласно любому из вариантов осуществления 5-8 второй примерной серии, в котором

катализатор является молекулярно-ситовым катализатором SAPO-34; и/или

восстановленный катализатор имеет содержание углерода менее 0,1 мас. % по общей массе катализатора.

10. Процесс согласно любому из вариантов осуществления 5-9 второй примерной серии, в котором подъемная среда стояка представляет собой пар и/или смесь исходного сырья и/или легкое углеводородное сырье.

Пример

Настоящее изобретение дополнительно иллюстрируется с помощью следующих неограничивающих Примеров. В Примерах ссылка делается главным образом на вариант осуществления смесителя по настоящему изобретению для использования в реакционной системе для получения этилена-пропилена, проиллюстрированной на Фиг. 9; причем структурный элемент выходного отверстия стояка, структурный элемент выходного отверстия быстрого слоя и т.д. описываются со ссылкой на варианты осуществления, показанные на Фиг. 3-7.

Пример 1

Использовалось устройство, показанное на Фиг. 9.

Как показано на Фиг. 4, количество n нижних патрубков 39 быстрого сепаратора

208 стояка было равно 2; угол β между смежными нижними патрубками 39 быстрого сепаратора стояка составлял 180 градусов; количество m нижних патрубков 38 быстрого сепаратора 207 быстрого слоя было равно 2; угол α между смежными нижними патрубками 38 быстрого сепаратора быстрого слоя составлял 180 градусов; и нижний патрубок 39 быстрого сепаратора стояка и нижний патрубок 38 быстрого сепаратора быстрого слоя располагались перекрещивающимся образом.

Соотношение между расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 207 быстрого слоя до центральной точки нижнего патрубка 38 быстрого сепаратора быстрого слоя и расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 208 стояка до нижнего патрубка 39 быстрого сепаратора стояка составляло 0,8:1.

Процесс содержал:

а) подачу метанольного исходного сырья в реактор 201 быстрого слоя через входное отверстие 209 для метанольного питания для контакта и реагирования с катализатором с целью получения продукта реакции I, из которого второй катализатор в виде частиц, получаемый в результате частичной дезактивации, подавался вверх в отстойник 202 быстрого слоя через быстрый сепаратор 207 быстрого слоя;

б) подачу части смешанного катализатора (поток 9) из отстойника 202 быстрого слоя в отгонную секцию 7 и возвращение части смешанного катализатора (поток 9) в реактор 201 быстрого слоя, и подачу другой части смешанного катализатора (поток 9) во внешний теплообменник 4 для охлаждения хладагентом 19 с последующим возвращением в реактор 201 быстрого слоя;

с) подачу легкого углеводородного сырья и оксигенатного сырья во внешний реактор 205 стояка для контакта с восстановленным катализатором с целью реакции во время его перемещения вверх и подачи в отстойник 206 стояка для получения продукта реакции II и первого катализатора в виде частиц, где оксигенатное сырье содержало воду и оксигенат;

д) подачу части первого катализатора в виде частиц (поток 10) из отстойника 206 стояка а отгонную секцию 7, а другой части первого катализатора в виде частиц (поток 10) в стояк 203; причем первый катализатор в виде частиц, подаваемый в стояк 203, входил в отстойник 202 быстрого слоя через быстрый сепаратор 208 стояка за счет подъема первой подъемной средой;

е) подачу катализатора из отгонной секции после отгонки отгонной средой 24 в регенератор для контакта с регенерирующей средой 26 для сжигания кокса на катализаторе с тем, чтобы получить восстановленный катализатор 27 и дымовой газ 25;

ф) дегазацию восстановленного катализатора 27, а затем подачу дегазированного восстановленного катализатора во внешний реактор 205 стояка; и подачу продукта реакции I и продукта реакции II вместе через выходное отверстие 212 для продукта в блок разделения для получения продукта, богатого этиленом и пропиленом, смеси неароматических углеводородов C_4-C_6 и водной фазы, причем часть или вся водная фаза использовалась в качестве оксигенатного сырья.

На стадии b): массовое соотношение между частью смешанного катализатора в отстойнике 202 быстрого слоя, подаваемой в отгонную секцию, частью смешанного катализатора в отстойнике 202 быстрого слоя, возвращаемой в реактор 201 быстрого слоя, и частью смешанного катализатора в отстойнике 202 быстрого слоя, подаваемой во внешний теплообменник, составляло 0,8:6:3,2.

На стадии d): массовое отношение части первого катализатора в виде частиц, подаваемой в отгонную секцию, к части первого катализатора в виде частиц, подаваемой в стояк 203, составляло 2:8.

Легкое углеводородное сырье было смесью неароматических углеводородов C_4 - C_6 , полученной блоком разделения, содержащей бутилен в количестве 60 мас.%, пентен в количестве 30 мас.% и гексилен в количестве 10 мас.%; оксигенатное сырье содержало оксиды в общем количестве 50 мас.%, причем эти оксиды содержали метанол в количестве 19 мас.%, этанол в количестве 5 мас.%, пропанол в количестве 3 мас.%, бутанол в количестве 2 мас.%, ацетальдегид в количестве 8 мас.%, пропиональдегид в количестве 2 мас.%, ацетон в количестве 40 мас.%, бутанон в количестве 20 мас.% и формиат в количестве 1 мас.%.

Реактор 201 быстрого слоя работал при температуре катализатора 490°C , линейной скорости газа 2 м/с, манометрическом давлении реакции 0,2 МПа и плотности катализатора 70 кг/м^3 ; а внешний реактор 205 стояка работал при температуре катализатора 600°C , линейной скорости газа 5 м/с и плотности катализатора 40 кг/м^3 .

Массовое отношение легкого углеводородного сырья к оксигенатному сырью составляло 1:1.

Катализатор представлял собой молекулярно-ситовый катализатор SAPO-34; и восстановленный катализатор 27 имел содержание углерода 0,05% по общей массе катализатора.

Первая подъемная среда представляла собой пар.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 90,4 мас.%.

Пример 2

В соответствии с процессом Примера 1 использовалось устройство, показанное на Фиг. 9, за исключением того, что структура быстрого сепаратора 208 стояка, показанная на Фиг. 4, была заменена структурой выходного отверстия 208 стояка, показанной на Фиг. 6.

Среди прочего, отношение h_1 к Н составляло 0,05:1, отношение h_2 к Н составляло 0,2:1, отношение h_3 к Н составляло 0,4:1; γ было равно 60 градусам, и δ было равно 30 градусам.

Легкое углеводородное сырье содержало бутилен в количестве 30 мас.%, бутан в количестве 20 мас.%, пентен в количестве 45 мас.%, гексилен в количестве 5 мас.%; а оксигенатное сырье содержало оксиды в общем количестве 60 мас.%, причем эти оксиды содержали метанол в количестве 5 мас.%, этанол в количестве 3 мас.%, ацетон в

количестве 50 мас.% и бутанон в количестве 20 мас.%.

Реактор 201 быстрого слоя работал при температуре катализатора 490°C, линейной скорости газа 2 м/с, манометрическом давлении реакции 0,2 МПа и плотности катализатора 70 кг/м³; а внешний реактор 205 стояка работал при температуре катализатора 600°C, линейной скорости газа 5 м/с и плотности катализатора 40 кг/м³.

Массовое отношение легкого углеводородного сырья к оксигенатному сырью составляло 1:1.

Катализатор представлял собой молекулярно-ситовый катализатор SAPO-34; и восстановленный катализатор 27 имел содержание углерода 0,05% по общей массе катализатора.

Первая подъемная среда представляла собой пар.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 89,3 мас.%.

Пример 3

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 2, за исключением того, что δ было равно 80°, γ было равно 10°, отношение h_1 к Н составляло 0,3:1, отношение h_2 к Н составляло 0,5:1, и отношение h_3 к Н составляло 0,6:1.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 90,1 мас.%.

Пример 4

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 2, за исключением того, что δ было равно 90°, γ было равно 70°, отношение h_1 к Н составляло 0,4:1, отношение h_2 к Н составляло 0,1:1, и отношение h_3 к Н составляло 0,3:1.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 86,3 мас.%.

Пример 5

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 1, за исключением того, что количество n нижних патрубков 39 быстрого сепаратора 208 стояка было равно 8; угол β между смежными нижними патрубками 39 быстрого сепаратора стояка составлял 45 градусов; количество m нижних патрубков 38 быстрого сепаратора 207 быстрого слоя было равно 8; угол α между смежными нижними патрубками 38 быстрого сепаратора быстрого слоя составлял 45 градусов; и нижний патрубок 39 быстрого сепаратора стояка и нижний патрубок 38 быстрого сепаратора быстрого слоя располагались перекрещивающимся образом. Соотношение между расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 207 быстрого слоя до центральной точки нижнего патрубка 38 быстрого сепаратора быстрого слоя и расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 208 стояка до нижнего патрубка 39 быстрого сепаратора стояка составляло 1:1.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 90,2 мас.%.
 Пример 6

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 1, за исключением того, что количество n нижних патрубков 39 быстрого сепаратора 208 стояка было равно 10; угол β между смежными нижними патрубками 39 быстрого сепаратора стояка составлял 18 градусов; количество m нижних патрубков 38 быстрого сепаратора 207 быстрого слоя было равно 10; угол α между смежными нижними патрубками 38 быстрого сепаратора быстрого слоя составлял 18 градусов; и нижний патрубок 39 быстрого сепаратора стояка и нижний патрубок 38 быстрого сепаратора быстрого слоя располагались перекрещивающимся образом. Соотношение между расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 207 быстрого слоя до центральной точки нижнего патрубка 38 быстрого сепаратора быстрого слоя и расстоянием от центральной точки быстрого сепаратора 208 стояка до нижнего патрубка 39 быстрого сепаратора стояка составляло 1,5:1.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 88,7 мас.%.
 Пример 7

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 1, за исключением того, что реактор 201 быстрого слоя работал при температуре катализатора 450°C, линейной скорости газа 0,8 м/с, манометрическом давлении реакции 0,01 МПа и плотности катализатора 250 кг/м³; а внешний реактор 205 стояка работал при температуре катализатора 530°C, линейной скорости газа 1,1 м/с и плотности катализатора 100 кг/м³.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 87,6 мас.%.
 Пример 8

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 1, за исключением того, что реактор 201 быстрого слоя работал при температуре катализатора 500°C, линейной скорости газа 3 м/с, манометрическом давлении реакции 0,5 МПа и плотности катализатора 50 кг/м³; а внешний реактор 205 стояка работал при температуре катализатора 650°C, линейной скорости газа 15 м/с и плотности катализатора 20 кг/м³.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 89,1 мас.%.
 Пример 9

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 1, за исключением того, что количество n нижних патрубков 39 быстрого сепаратора 208 стояка было равно 1; количество m нижних патрубков 38 быстрого сепаратора 207 быстрого слоя было равно 1; и нижний патрубок 38 быстрого сепаратора

быстрого слоя и нижний патрубок 39 быстрого сепаратора стояка были выровнены друг с другом.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил всего лишь 84,1 мас. %.

Сравнительный пример 1

Был повторен Пример 1, за исключением того, что внешний реактор 205 стояка и отстойник 206 стояка отсутствовали, а восстановленный катализатор 27 подавался непосредственно в реактор 201 быстрого слоя для участия в реакции.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил всего лишь 82,4 мас. %.

Сравнительный пример 2

Низшие олефины были произведены в соответствии с системой и процессом Примера 1, за исключением того, что стояк 203 и быстрый сепаратор отсутствовали, в то время как первый катализатор в виде частиц (поток 10) подавался непосредственно в реактор 201 быстрого слоя.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил 85,2 мас. %.

Сравнительный пример 3

Был повторен Пример 2, за исключением того, что выходное отверстие внешнего реактора 3 стояка было непосредственно соединено с отстойником 202 быстрого слоя.

В этом Примере полный выход этилена и пропилена в пересчете на углерод составил всего лишь 83,3 мас. %.

Выше со ссылками на приложенные чертежи были подробно описаны предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, но настоящее изобретение не ограничивается этим. В рамках технической идеи настоящего изобретения возможны многочисленные простые варианты, содержащие комбинацию отдельных конкретных технических особенностей любым подходящим образом. Различные потенциальные способы комбинирования настоящего изобретения не описываются подробно, чтобы избежать ненужного повторения. Такие простые модификации и комбинации также следует рассматривать как раскрытые в настоящем изобретении, и все такие модификации и комбинации включаются в область охвата настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, содержащее стояк (103) для загрузки первого катализатора в виде частиц и внешний корпус (101), коаксиально окружающий этот стояк, для загрузки второго катализатора в виде частиц, причем первый и второй катализаторы в виде частиц отличаются по структуре и/или составу, и по меньшей мере часть верхней части стояка (103) и по меньшей мере часть верхней части внешнего корпуса (101) располагаются внутри зоны (102) смешивания; причем:

нижняя часть стояка (103) снабжена входным отверстием (110) питания стояка для первой подъемной среды, которая используется для доставки вверх первого катализатора в виде частиц, загружаемого в стояк (103); верхняя часть стояка (103) имеет структурный элемент (108) выходного отверстия стояка для того, чтобы подающийся вверх первый катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны (102) смешивания через структурный элемент (108) выходного отверстия стояка;

нижняя часть внешнего корпуса (101) снабжена входным отверстием (109) для второй подъемной среды, которая используется для доставки вверх второго катализатора в виде частиц, загружаемого во внешний корпус (101); верхняя часть внешнего корпуса (101) имеет структурный элемент (107) выходного отверстия внешнего корпуса для того, чтобы подающийся вверх второй катализатор в виде частиц поступал внутрь зоны (102) смешивания через структурный элемент (107) выходного отверстия внешнего корпуса и смешивался с первым катализатором в виде частиц для получения смешанного катализатора.

2. Устройство для смешивания по п. 1, в котором первый и второй катализаторы в виде частиц распределяются таким образом, чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 5, и среднеквадратическая ошибка σ фракции первого катализатора в виде частиц составляла менее 3,0; или чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 1, и среднеквадратическая ошибка σ фракции первого катализатора в виде частиц составляла менее 1,0.

3. Устройство для смешивания по п. 1, в котором внутренность зоны (202) смешивания снабжена кольцевым распределителем, коаксиально окружающим верхнюю часть внешнего корпуса (201), для доставки вверх оживающего газа (например, пара) внутрь зоны (202) смешивания для воздействия на первый и второй катализаторы в виде частиц.

4. Устройство для смешивания по п. 1, в котором массовое соотношение Rw объемных скоростей входящих в зону смешения потока первого катализатора в виде частиц и потока второго катализатора в виде частиц составляет $0,01 < Rw \leq 0,5$, предпочтительно $0,02 \leq Rw \leq 0,2$.

5. Устройство для смешивания по п. 1, в котором структурный элемент (107) выходного отверстия внешнего корпуса имеет структуру патрубка; и/или структурный элемент (108) выходного отверстия стояка имеет структуру патрубка или направляющую

поток структуру.

6. Устройство для смешивания по п. 1, в котором верхняя часть стояка (103) проходит дальше верхней части внешнего корпуса (101), так что структурный элемент (108) выходного отверстия стояка располагается над структурным элементом (107) выходного отверстия внешнего корпуса.

7. Устройство для смешивания по п. 1, в котором структурный элемент (108) выходного отверстия стояка располагается внутри структурного элемента (107) выходного отверстия внешнего корпуса, так что первый катализатор в виде частиц предварительно перемешивается со вторым катализатором в виде частиц в структурном элементе (107) выходного отверстия внешнего корпуса.

8. Устройство для смешивания по п. 1, которое используется в реакционной системе для производства этилена-пропилена, в котором:

внешний корпус (101) является реактором (201) быстрого слоя, в котором главным образом выполняется контакт и реакция исходного сырья с катализатором для получения этилена-пропилена, и второй катализатор в виде частиц получается в результате частичной дезактивации в ходе реакции;

первый катализатор в виде частиц представляет собой восстановленный катализатор, получаемый путем регенерации и опционально других обработок.

9. Устройство для смешивания по п. 8, в котором стояк (103) дополнительно снабжен входным отверстием для кислорода или легких углеводородов с целью их реакции с восстановленным первым катализатором в виде частиц для получения дополнительного продукта реакции, содержащего этилен-пропилен.

10. Устройство для смешивания по п. 8, в котором стояк (103) снабжен снаружи теплообменным змеевиком или рубашкой для терморегулирования стояка (103) и/или внешнего корпуса (101).

11. Устройство для смешивания по меньшей мере двух катализаторов в виде частиц, имеющее оборудование для подачи первого катализатора в виде частиц и оборудование для подачи второго катализатора в виде частиц, а также зону смешивания, расположенную выше оборудования для подачи первого и второго катализатора, в которую первый и второй катализаторы в виде частиц подаются для смешивания и получения смешанного катализатора; в котором:

внутри зоны смешивания первый и второй катализаторы в виде частиц распределяются таким образом, чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 5, и среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц составляла менее 3,0; или чтобы число Пекле смешанного катализатора составляло менее 1, и среднеквадратическая ошибка σ первой фракции катализатора в виде частиц составляла менее 1,0; и в котором

массовое соотношение R_w объемных скоростей входящих в зону смешения потока первого катализатора в виде частиц и потока второго катализатора в виде частиц составляет $0,01 < R_w \leq 0,5$, предпочтительно $0,02 \leq R_w \leq 0,2$.

12. Реакционная система для производства этилена-пропилена, содержащая: расположенные коаксиально реактор (201) быстрого слоя, отстойник (202) быстрого слоя и стояк (203); в которой

стояк (203) располагается в радиальном направлении внутри реактора (201) быстрого слоя; нижняя часть стояка (203) снабжена входным отверстием (210) питания стояка для первой подъемной среды; верхнее выходное отверстие стояка (203) соединяется со структурным элементом (208) выходного отверстия стояка, через который восстановленный первый катализатор в виде частиц, полученный путем регенерационной обработки и опционально другой обработки, подается в отстойник (202) быстрого слоя;

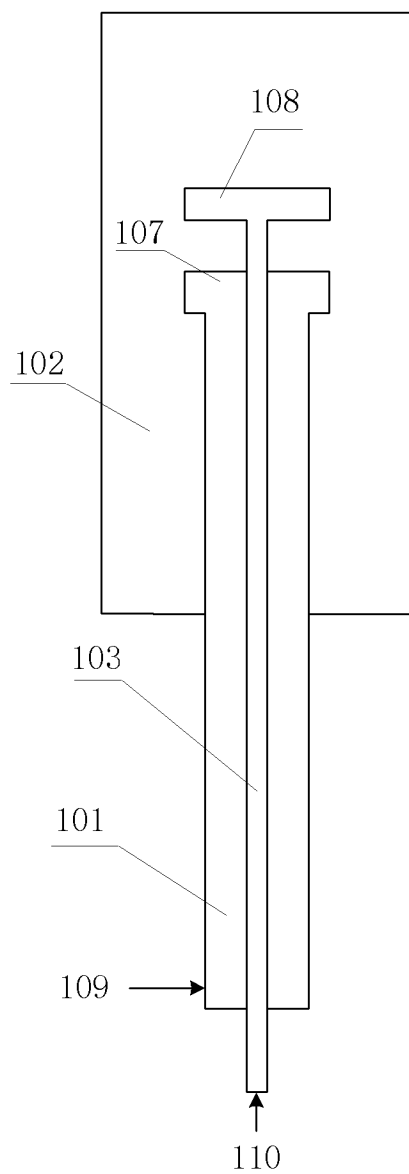
реактор (201) быстрого слоя используется для выполнения в нем контакта и реакции исходного сырья с катализатором с образованием этилена-пропилена, во время которой катализатор по меньшей мере частично дезактивируется; верхняя часть реактора (201) быстрого слоя соединена со структурным элементом (207) выходного отверстия быстрого слоя, второй катализатор в виде частиц, получаемый в результате частичной дезактивации, подается в отстойник (202) быстрого слоя и смешивается с восстановленным первым катализатором в виде частиц для того, чтобы получить смешанный катализатор;

структурный элемент (208) выходного отверстия стояка и структурный элемент (207) выходного отверстия быстрого слоя располагаются внутри отстойника (202) быстрого слоя, и структурный элемент (208) выходного отверстия стояка располагается над структурным элементом (207) выходного отверстия быстрого слоя;

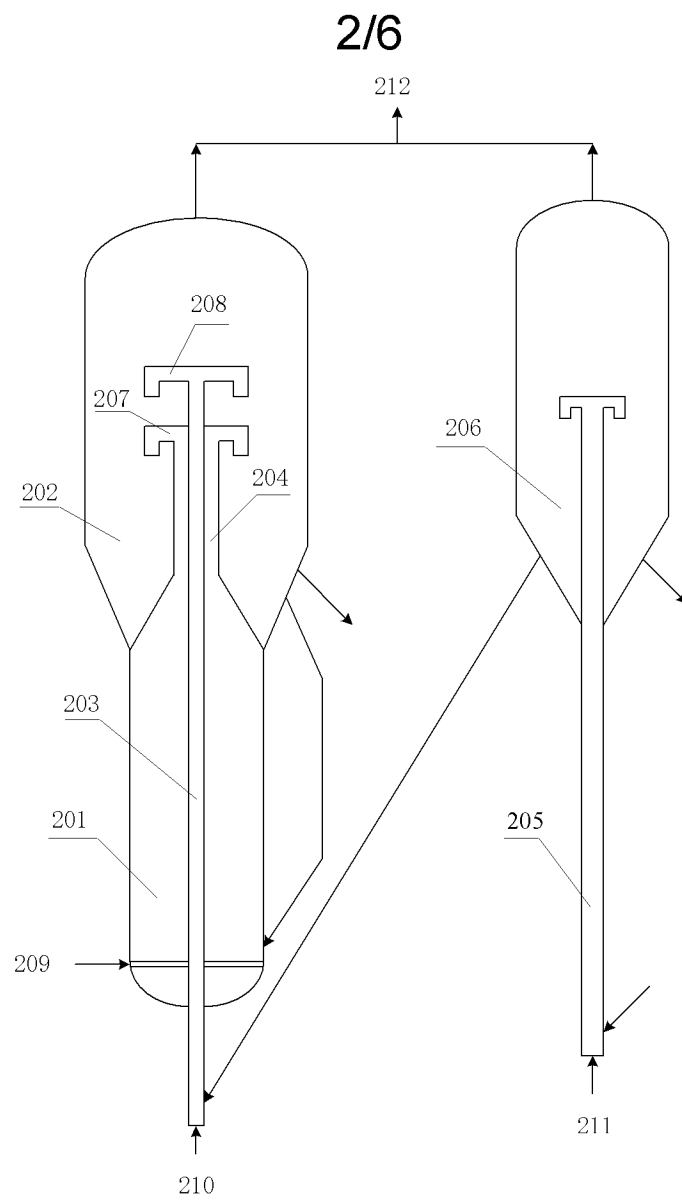
причем каждый из структурного элемента (208) выходного отверстия стояка и структурного элемента (207) выходного отверстия быстрого слоя предпочтительно представляет собой быстрый сепаратор.

13. Устройство для смешивания по меньшей мере двух зернистых материалов, содержащее стояк для загрузки первых частиц и внешний корпус, коаксиально окружающий этот стояк, для загрузки вторых частиц, причем верхняя часть первого стояка проходит за верхнюю часть второго стояка, и по меньшей мере часть верхней части первого стояка и по меньшей мере часть второго стояка располагаются внутри зоны смешивания, так что первые и вторые частицы подаются через первый и второй стояки, соответственно, в зону смешивания и смешиваются.

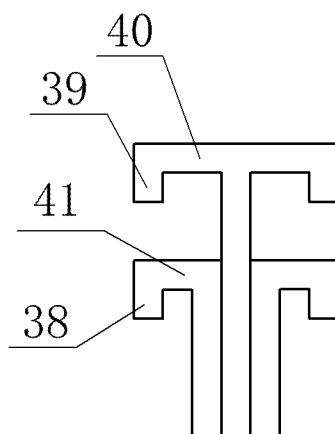
По доверенности



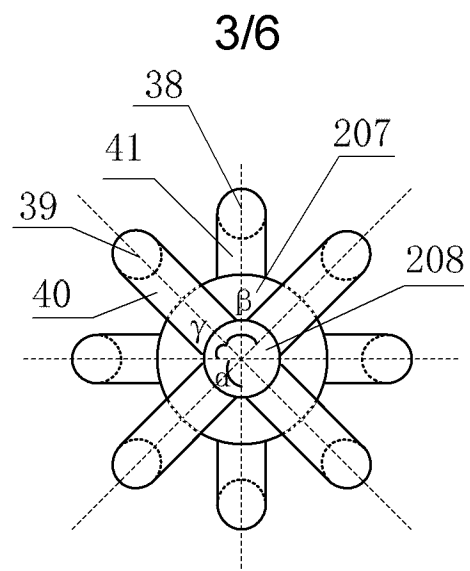
ФИГ. 1



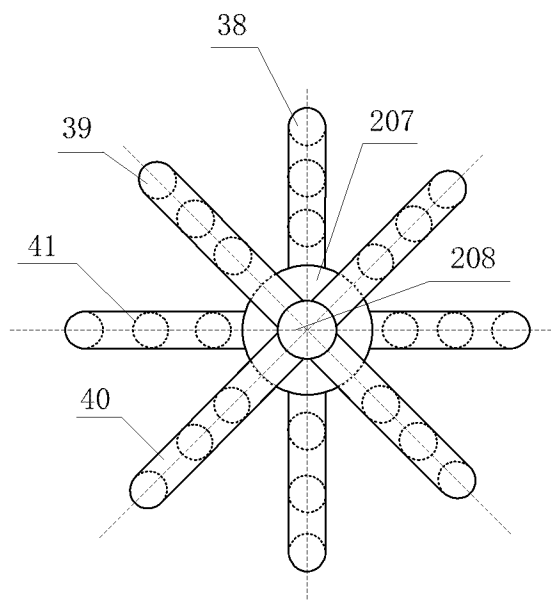
ФИГ. 2



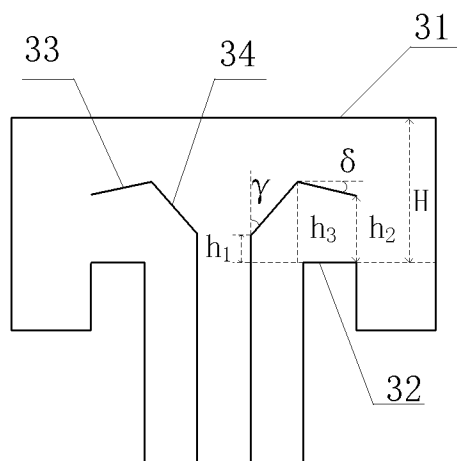
ФИГ. 3



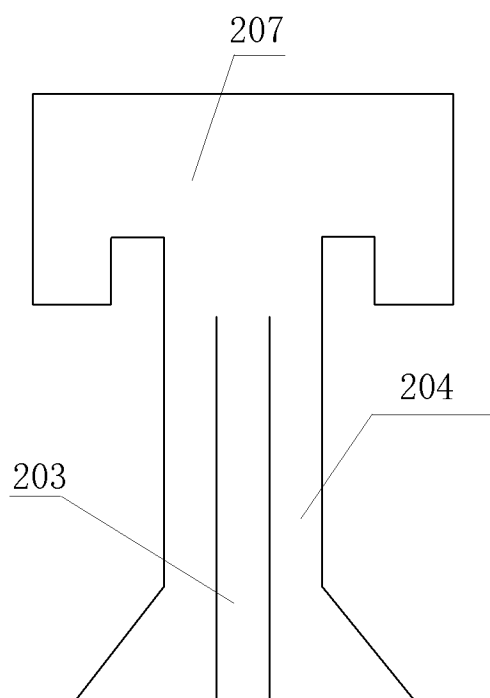
ФИГ. 4



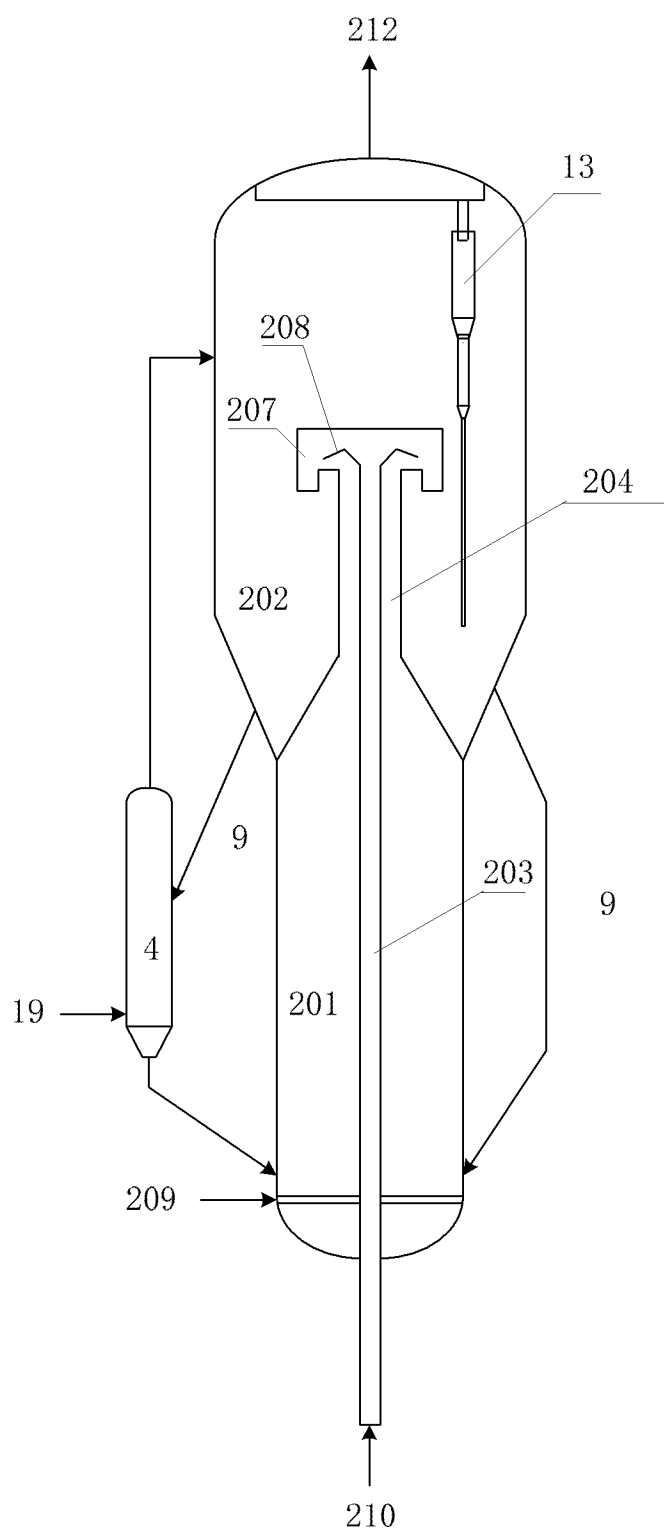
ФИГ. 5



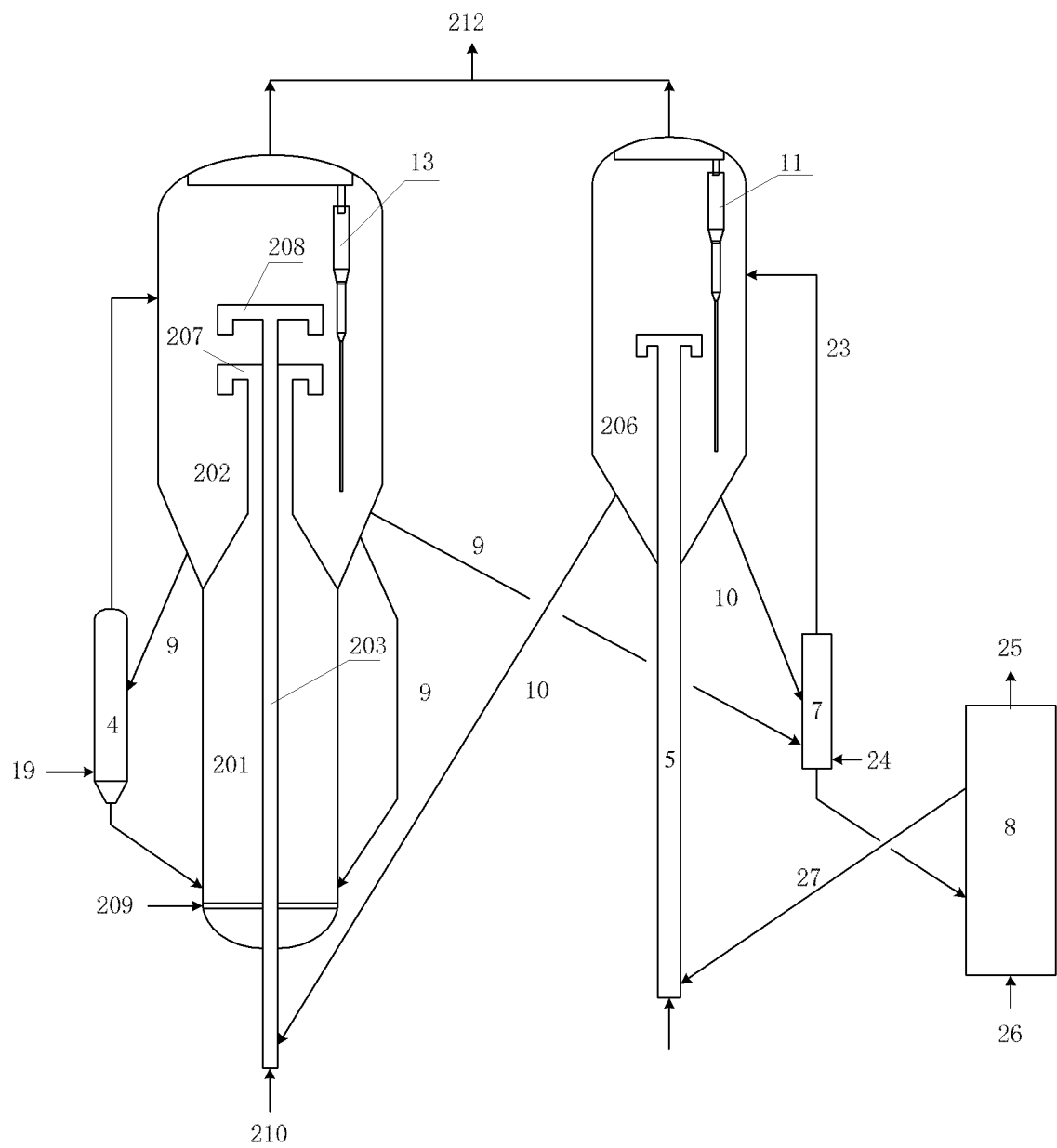
ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8



ФИГ. 9