

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046109**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.02.07

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

(21) Номер заявки
202292662

(22) Дата подачи заявки
2020.09.16

(54) **СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ГАЗА СВОБОДНОГО СЛОЯ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ**

(31) **202010193664.X**

(56) CN-A-101094905

(32) **2020.03.19**

CN-A-101184709

(33) **CN**

CN-A-105214572

(43) **2022.11.14**

CN-A-105214572

(86) **PCT/CN2020/115524**

CN-A-102814151

(87) **WO 2021/184706 2021.09.23**

CN-A-105498647

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

CN-A-106795439

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

EP-A2-0099690

CN-A-102295505

CN-A-102295508

(72) Изобретатель:

**Цзун Хунюань, Ци Гочжэнь, Цао
Цзин, Ли Сяохун, Юй Чжинань, Ван
Ли (CN)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к способу регулирования скорости газа свободного слоя в псевдоожигенном слое, где твердые катализаторы используют в качестве псевдоожигенных частиц или части псевдоожигенных частиц, отличающемся тем, что скорость μ газа свободного слоя реакционной зоны псевдоожигенного слоя измеряют, сравнивая со средней плотностью ρ слоя катализатора твердых катализаторов в реакционной зоне псевдоожигенного слоя, причем скорость μ газа свободного слоя корректируют по мере необходимости так, чтобы скорость газа μ свободного слоя и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяли приведенной ниже формуле (I): $\rho=0,356\mu^3-4,319\mu^2-35,57\mu+M$; где $M=250-554$; μ представлена в м/с, и ρ представлена в кг/м³. Способ может быть использован для промышленного получения низших олефинов.

046109 B1

046109 B1

Область техники

Изобретение относится к способу регулирования скорости воздуха свободного слоя в псевдооживленном слое и к процессу получения низших олефинов с использованием этого способа.

Уровень техники

Низшие олефины, особенно этилен и пропилен, представляют собой важные базовые химические сырьевые материалы, и потребность в низших олефинах растет. В настоящее время все больший интерес вызывает процесс превращения кислорода в олефин в реакторе с псевдооживленным слоем, особенно процесс превращения метанола в олефин (МТО, methanol-to-olefine) в реакторе с псевдооживленным слоем.

В процессе МТО постоянная проблема состоит в том, как подобрать рабочие условия реактора с псевдооживленным слоем, включающие температуру, давление, среднечасовую объемную скорость подачи, количество углеродистых отложений, среднюю плотность катализатора и др., в реакционной зоне для достижения оптимального выхода олефинов. Например, документ CN 101328103 А раскрывает способ превращения метанола или диметилового эфира в низшие олефины, который включает подачу сырьевого материала, содержащего метанол или диметиловый эфир, в реакционную зону реактора с псевдооживленным слоем и контактирование сырьевого материала с катализатором, содержащим силикоалюмофосфатное молекулярное сито; при этом средняя плотность реакционной зоны составляет 20-300 кг/м³, а среднее количество коксовых отложений катализатора в реакционной зоне составляет 1,5-4,5 мас.%, при условиях манометрического давления 0,05-1 МПа, средней температуры реакционной зоны 450-550°C и средней поверхностной скорости газа реакционной зоны 0,8-2,0 м/с. Селективность по низшим олефинам в пересчете на углерод достигает до 81,51 мас.%

Однако с ростом на рынке потребности в этилене и пропилене к технологии получения низших олефинов предъявляются более высокие требования.

При использовании реактора с псевдооживленным слоем для получения (например, для получения низших олефинов) важными параметрами являются рабочее давление и объемная скорость в реакторе с псевдооживленным слоем. Например, в способе получения низших олефинов из метанола, поскольку реакция превращения метанола в низшие олефины представляет собой реакцию молекулярного улучшения, повышение реакционного давления обычно приводит к снижению как степени конверсии метанола, так и селективности по низшим олефинам, и, следовательно, обычно процесс МТО выбирают для проведения реакции при низком давлении (например, меньше чем 0,2 МПа). С ростом потребности рынка в низших олефинах процесс МТО неизбежно становится крупномасштабным. За счет увеличения ввода сырьевых материалов в соответствии с определенной пропорцией и одновременно повышения давления и скорости газа реактора с псевдооживленным слоем, технические специалисты могут легко достигать цели повышения производительности по низшим олефинам. Однако согласно предшествующего уровня техники, в случае производителей, после повышения давления и объемной скорости, хотя продуктивность по низшим олефинам растет, эффективность преобразования метанола в целевой продукт соответственно снижается, так что растет и расход метанола, а способ не обязательно является рентабельным с экономической точки зрения. С другой стороны, после повышения давления и объемной скорости большее количество частиц катализатора suspendируют в секции разбавленной фазы реактора, и, поскольку производительность циклонов ограничена, газообразный продукт уносит больше катализатора из реакторной системы, так что потери катализаторов растут, запас катализаторов в реакторе постоянно снижается, а загрузка катализаторов со временем вырастает, что влияет на выход целевого продукта, полученного из метанола.

Сущность изобретения

Заявители настоящего изобретения обнаружили, что в условиях более высоких реакционного давления и объемной скорости могут быть обеспечены как высокая конверсия метанола, так и высокая селективность по низшим олефинам за счет регулирования соотношения между поверхностной скоростью μ газа в реакционной зоне реактора с псевдооживленным слоем и средней плотностью ρ катализатора в реакционной зоне (в контексте настоящего изобретения для удобства термин "средняя плотность катализатора в реакционной зоне" используют взаимозаменяемо с терминами "средняя плотность слоя катализатора" и "плотность слоя"). Настоящее изобретение реализовано на основе этих открытий.

Более конкретно, настоящее изобретение относится к следующим аспектам.

1. Способ регулирования поверхностной скорости газа в псевдооживленном слое, где твердые катализаторы используют в качестве псевдооживленных частиц или в качестве части псевдооживленных частиц, отличающийся тем, что измеряют поверхностную скорость μ газа реакционной зоны псевдооживленного слоя, сравнивая ее со средней плотностью ρ слоя катализатора твердых катализаторов в реакционной зоне псевдооживленного слоя, и регулируют поверхностную скорость μ газа по мере необходимости так, чтобы поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяли приведенной ниже формуле (I):

$$\rho=0,356\mu^3-4,319\mu^2-35,57\mu+M \text{ (I)}$$

где M=250-554, предпочтительно 300-550 или 400-500, например, 487,9;

μ представлена в м/с, и ρ представлена в кг/м³.

2. Способ по аспекту 1 или любому другому аспекту изобретения, в котором слой имеет среднюю плотность катализатора от 200 до 500 кг/м³, предпочтительно от 250 до 450 кг/м³, более предпочтительно от 300 до 430 кг/м³.

3. Способ в соответствии с аспектом 1 или любым другим аспектом изобретения, в котором компоненты перегородки V_j (1) предусмотрены внутри реакционной зоны псевдооживленного слоя, причем число слоев компонентов перегородки (1) независимо в каждом случае равно m , при этом m имеет значение, варьирующееся между 1 и 10; и расстояние между двумя соседними компонентами перегородки V_j (1) составляет H_j , причем каждое расстояние H_j независимо составляет 0,2-1 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя, где $j=1-m$;

компонент перегородки V_j (1) содержит множество реберных пластин (7), а расположение реберных пластин (7) представляет собой одно расположение из радиального расположения (A), спирального расположения (B1-B2) и дендритного расположения (C1-C3);

когда компонент перегородки V_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдооживленного слоя, площадь поперечного сечения, незанятого проекцией, составляет 70-95% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя; и

расстояние между самым внешним краем любого компонента перегородки V_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдооживленного слоя каждое равно h_1 ; и h_1 независимо составляет от 0,005 до 0,05 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя.

4. Способ в соответствии с аспектом 3 или любым другим аспектом изобретения, где компоненты перегородки V_j (1) в радиальном расположении (A) или спиральном расположении (B1-B2) содержат реберные пластины (7) и установочные кольца R_i (6); установочные кольца R_i (6) расположены коаксиально; реберные пластины (7) соединены с установочными кольцами R_i (6) и равномерно распределены по направлению окружности, при этом:

(а) число установочных колец R_i (6) независимо равно p , где p означает число, варьирующееся от 1 до 10, и i от 1 до p ; и p установочных колец R_i делят реакционную зону псевдооживленного слоя на $p+1$ кольцевых слоев реберных пластин, которые коаксиальны в радиальном направлении, где кольцевой слой реберных пластин обозначают L_g , а g от 1 до $(p+1)$; и

(б) число реберных пластин (7) каждого слоя реберных пластин равно r , число реберных пластин (7) в g -ом кольцевом слое реберных пластин L_g равно r_g , а интервал для r_g составляет $(3-10) \times g$.

5. Способ в соответствии с аспектом 3 или 4 или любым другим аспектом изобретения, где компоненты перегородки (1) в спиральном расположении (B1-B2) имеют угол α между касательной к внешней кривизне реберной пластины (7) и направлением радиуса, причем угол α составляет 10-80°.

6. Способ в соответствии с аспектом 3 или любым другим аспектом изобретения, где компоненты перегородки V_j (1) в дендритном расположении (C1-C3) образованы множеством основных реберных пластин (4) и множеством вспомогательных реберных пластин (5); число основных реберных пластин (4) на каждом компоненте перегородки V_j (1) независимо равно k , и k равно 2-8; основные реберные пластины (4) и вспомогательные реберные пластины (5) расположены перпендикулярно крест-накрест; и суммарное число вспомогательных реберных пластин (5) на каждом компоненте перегородки V_j (1) независимо равно q , и q равно 10-40.

7. Способ в соответствии с аспектом 6 или любым другим аспектом изобретения, где компонент перегородки V_j (1) в дендритном расположении имеет тип I дендритного расположения (C1), в котором две из множества основных реберных пластин (4) каждая имеют длину $D-2 \times h_1$ и перпендикулярны друг другу, которые называют первой основной реберной пластиной и перпендикулярной основной реберной пластиной, соответственно; другие основные реберные пластины (4) во множестве основных реберных пластин (4) расположены параллельно первой основной реберной пластине с одинаковым расстоянием друг от друга h_4 ; вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) расположены параллельно с одинаковыми промежуточными расстояниями h_2 ; пара вспомогательных реберных пластин на первой основной реберной пластине, которые находятся наиболее близко к перпендикулярной основной реберной пластине, соответственно отстоят от перпендикулярной основной реберной пластины на расстояние h_2 , пара вспомогательных реберных пластин на двух основных реберных пластинах, прилегающих к первой основной реберной пластине, которые находятся наиболее близко к перпендикулярной основной реберной пластине, соответственно отстоят от перпендикулярной основной реберной пластины на расстояние $1/2h_2$, и вспомогательные реберные пластины (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) выровнены по прямой линии в продольном направлении; и расстояние h_3 между концами вспомогательных реберных пластин (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) составляет $(0,01-0,2)$ от $(D-2 \times h_1)/k$.

8. Способ в соответствии с аспектом 6 или любым другим аспектом изобретения, где компонент перегородки V_j в дендритном расположении имеет тип II дендритного расположения (C2-C3), где основные реберные пластины (4) компонентов перегородки (1) расположены крест-накрест и равномерно распределены по окружности длиной $D-2 \times h_1$; число вспомогательных реберных пластин (5) на каждой основной реберной пластине (4) является одинаковым, вспомогательные реберные пластины расположены

параллельно с одинаковым расстоянием друг от друга h_5 ; вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) образуют секторные области, и расстояние h_6 между секторными областями составляет $0,5-3 h_1$.

9. Способ в соответствии с аспектом 3 или 4 или любым другим аспектом изобретения, где реберная пластина (7) находится в любой форме из π -формы (D1-D4), перевернутой V-формы (D5), формы наклонной пластины (D6) и формы дуги (D7); реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); небольшие отверстия (10) имеют любую форму из круга, эллипса, прямоугольника, треугольника, многоугольника и подобной формы; и реберная пластина (6) в π -форме (D1-D4) имеет боковую сторону реберной пластины (9) и верхнюю часть реберной пластины (8).

10. Способ в соответствии с аспектом 9 или любым другим аспектом изобретения, где ширина l реберной пластины (7) составляет $(0,2-0,9)$ от $(D-2 \times h_1)/(p$ или $q)$, а высота δ реберной пластины (7) составляет $(0,1-0,6)$ от ширины l реберной пластины (7).

11. Способ в соответствии с аспектом 9 или любым другим аспектом изобретения, где ширина l_1 верхней части реберной пластины (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1-D4) составляет $(0,1-0,5)$ от ширины l реберной пластины (7); высота δ_1 верхней части (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1 и D3) составляет $(0,05-0,3)$ от высоты δ реберной пластины (7).

13. Способ в соответствии с аспектом 3 или 4 или любым другим аспектом настоящего изобретения, отличающийся тем, что угол компонента перегородки (I) к поперечному сечению реакционной зоны псевдооживленного слоя составляет от -25 до 60° , предпочтительно от -20 до 50° , более предпочтительно от -15 до 40° .

14. Способ в соответствии с аспектом 1 или любым другим аспектом изобретения, отличающийся тем, что предлагается контрольное значение M' для интервала регулирования в пределах $\pm 5\%$, предпочтительно $\pm 2\%$, или $\pm 1\%$, или $\pm 0,5\%$ от заданного значения M , при этом, когда контрольные значения M' отсутствуют в пределах интервала регулирования заданного значения M так, чтобы поверхностная скорость μ газа и плотность ρ слоя удовлетворяли формуле (I), заданное значение M вводят в формулу, расчетное значение соответствующей поверхностной скорости μ газа рассчитывают из плотности ρ слоя соответственно, а поверхностную скорость газа корректируют в соответствии с рассчитанным значением.

15. Способ получения низших олефинов, включающий стадию контактирования оксигенатного сырья с катализаторами на основе молекулярного сита в реакционной зоне псевдооживленного слоя с получением низших олефинов при эффективных условиях; отличающийся тем, что в реакционной зоне псевдооживленного слоя, поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяют приведенной ниже формуле (I):

$$\rho = 0,356\mu^3 - 4,319\mu^2 - 35,57\mu + M \text{ (I)}$$

где $M=250-554$, предпочтительно $300-550$ или $400-500$, например, $487,9$;

μ представлена в м/с и ρ представлена в кг/м^3 ; или

когда поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора не удовлетворяют формуле (I), поверхностную скорость газа корректируют с помощью способа в соответствии с аспектом 1 или любым другим аспектом изобретения так, чтобы привести поверхностную скорость μ газа и среднюю плотность ρ слоя катализатора к удовлетворению формуле (I).

16. Способ получения низших олефинов в соответствии с аспектом 15 или любым другим аспектом настоящего изобретения, отличающийся тем, что эффективные условия включают: давление в верхней части реактора больше чем $0,1$ МПа, предпочтительно $0,2-1$ МПа; температура реакции больше чем 400°C , предпочтительно $450-500^\circ\text{C}$.

17. Способ получения низших олефинов в соответствии с любым из аспектов 15 и 16 или любым другим аспектом настоящего изобретения, отличающийся тем, что оксигенатное сырье содержит метанол; молекулярное сито представляет собой силикоалюмофосфатное молекулярное сито, предпочтительно SAPO-18, SAPO-34, SAPO-5 или их комбинацию.

Описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует реактор для получения низших олефинов с использованием способа по настоящему изобретению.

Фиг. 2 иллюстрирует компонент перегородки в радиальном расположении (A), полезный в способе по настоящему изобретению.

Фиг. 3A, B иллюстрируют компонент перегородки в спиральном расположении (B1-B2), полезный в способе по изобретению.

Фиг. 4A-C иллюстрируют компонент перегородки в дендритном расположении (C1-C3), полезный в способе по настоящему изобретению.

Фиг. 5 иллюстрирует ребро, полезное в компоненте перегородки по настоящему изобретению.

Технические эффекты

В соответствии со способом по настоящему изобретению повышают производительность реакционной зоны.

В соответствии со способом по настоящему изобретению может быть обеспечена не только высокая

конверсия сырьевых материалов, но также может быть обеспечена высокая селективность по низшим олефинам, где селективность по низшим олефинам (этилен и пропилен) может достигать 83% или больше.

Варианты осуществления изобретения

Ниже настоящее изобретение дополнительно проиллюстрировано более подробно, при этом следует понимать, что объем изобретения не ограничен этими вариантами осуществления, а определяется прилагаемой формулой изобретения.

Все публикации, патентные заявки, патенты и другие ссылки, упомянутые в данном описании, включены в настоящий документ посредством ссылки во всей их полноте. Если не определено конкретно, все технические и научные термины, используемые здесь, имеют то же значение, которое обычно понимают специалисты в области техники, к которой относится данное изобретение. В случае конфликта настоящее описание, включая определения, будет иметь преимущественную силу.

Когда в настоящем описании упоминается материал, вещество, метод, стадия, устройство или компонент и т.д. с производными словами "известный специалистам в данной области техники", "известный уровень техники" и т.п., производный термин предназначен для охвата терминов, которые обычно используют в области настоящей заявки, но также охватывает термины, которые в настоящее время не известны, и в то же время станут известны в данной области техники как пригодные для аналогичных целей.

В контексте настоящей заявки термин "реакционная зона с псевдооживленным слоем" используют в отношении реактора с псевдооживленным слоем. Желательно, чтобы реактор с псевдооживленным слоем включал реакционную зону, впускную зону и зону разделения. "Впускная зона" представляет собой зону в реакторе, через которую подают сырье и катализатор. "Реакционная зона" означает зону в реакторе, где сырье вводят в контакт с катализатором при условиях, эффективных для превращения кислорода в низшие олефиновые продукты. "Зона разделения" представляет собой зону в реакторе, где катализатор и любые другие твердые вещества внутри реактора отделяют от продукта. Как правило, реакционная зона расположена между впускной зоной и зоной разделения.

В контексте настоящей заявки термин "поверхностная скорость газа" используют для обозначения линейной скорости газа, рассчитанной для свободного слоя. Метод вычисления включает: допущение, что поток газ-(твердое вещество) является поршневым потоком, деление объемной скорости газа в единицу времени при фактических реакционных условиях в реакционной зоне на площадь поперечного сечения реакционной зоны.

В контексте настоящей заявки термин "объемная скорость" используют для обозначения массового расхода сырья, поделенного на общую массу катализатора в реакционной зоне, в час⁻¹.

В контексте настоящей заявки термин "средняя плотность слоя катализатора" используют и рассчитывают как общую массу катализатора в реакционной зоне, поделенную на объем реакционной зоны.

В контексте данного описания количество коксовых отложений (или среднее количество коксовых отложений) катализатора рассчитывают как массу отложения кокса на катализаторе, поделенную на массу катализатора. Способ измерения массы отложений кокса на катализаторе включает следующие стадии: взвешивание 0,1-1 г углерод-содержащего катализатора, размещение катализатора в высокотемпературном анализаторе углерода для сжигания и измерение массы диоксида углерода, образовавшегося при сжигании с помощью инфракрасных лучей, с получением массы отложений кокса на катализаторе. Чтобы определить количество коксовых отложений катализатора в реакционной зоне, аликвоты катализатора в небольших равных количествах можно отбирать непрерывно или периодически из различных мест в реакционной зоне.

В контексте настоящей заявки, когда изобретение применено к реакции превращения метанола в олефин, используемый термин "выход в пересчете на углерод" рассчитывают в виде массы продукта, полученного в единицу времени, поделенную на массу подачи CH_2 в молекуле метанола.

Все проценты, части, соотношения и т.п., приведенные в данном описании, указаны по массе, а давление является манометрическими, если явно не указано иное.

В контексте настоящей заявки в случае сохранения размера реактора неизменным желаемая поверхностная скорость газа достигается за счет добавления инертной среды (такой как пар и т.д.), если эта скорость не может быть достигнута за счет масштаба переработки сырья без изменения размера реактора.

В контексте этого описания любые два или более варианта осуществления изобретения могут быть объединены с формированием варианта осуществления, и полученный вариант представляет собой часть первоначального раскрытия данного описания и находится в пределах объема охраны изобретения.

В одном варианте осуществления настоящее изобретение предлагает способ регулирования поверхностной скорости газа в псевдооживленном слое, в котором твердые катализаторы используют в качестве псевдооживленных частиц или в качестве части псевдооживленных частиц, отличающийся тем, что измеряют поверхностную скорость μ газа реакционной зоны псевдооживленного слоя, сравнивая ее со средней плотностью ρ слоя катализатора твердых катализаторов в реакционной зоне псевдооживленного слоя, и регулируют поверхностную скорость μ газа по мере необходимости так, чтобы поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяли приведенной ниже формуле (I):

$$\rho = 0,356\mu^3 - 4,319\mu^2 - 35,57\mu + M \quad (I)$$

где M означает заданное значение, представляющее собой числовое значение в пределах интервала 250-554, предпочтительно 300-550, или 400-500, или 450-500, например, 480, 481,8, 482,5, 483, 484,4, 485, 486, 487, 487,5, 487,9, 488, 488,3, 489 или 490; μ представлена в м/с, и ρ представлена в кг/м³.

В одном варианте осуществления для фактической работы псевдооживленного слоя, например, для данного катализатора и реактора плотность ρ слоя определяют соответствующим образом, причем желаемую поверхностную скорость μ газа рассчитывают в соответствии с формулой (I). Полученное таким образом числовое значение μ используют в качестве целевого заданного значения для поверхностной скорости газа, чтобы корректировать фактическую рабочую поверхностную скорость газа. Здесь конкретный способ регулирования поверхностной скорости газа в соответствии с целевым заданным значением особенно не ограничен, например, путем регулирования степени открытия клапана, регулирования мощности насоса или компрессора или т.п.

При работе псевдооживленного слоя как поверхностная скорость μ газа, так и средняя плотность ρ слоя катализатора могут колебаться во времени. Например, среднюю плотность ρ слоя катализатора, используемую в изобретении, рассчитывают как общую массу катализаторов в реакционной зоне, поделенную на объем реакционной зоны, тогда как известно, что по мере работы псевдооживленного слоя общее количество катализатора в реакционной зоне может падать, вызывая в результате снижение ρ . В другом примере поверхностная скорость μ газа может меняться из-за нестабильности подачи и др.

Соответственно, для данного заданного значения M колебания ρ и/или μ могут приводить к частным настройкам псевдооживленного слоя, чтобы удовлетворять формуле (I). Без ограничения какой-либо известной теорией полагают, что при фактической работе псевдооживленного слоя полезно задавать контрольное значение M' , которое лежит в пределах интервала регулирования заданного значения M , которое, например, находится в пределах интервала $\pm 5\%$, предпочтительно $\pm 2\%$, или $\pm 1\%$, или $\pm 0,5\%$ от заданного значения M , но необязательно должно быть симметрично расположено по отношению к заданному значению. Например, для заданного значения M 487 интервал регулирования может составлять, например, 480-495, например, 482-490, 485-492, 486-489 и т.п. Таким образом, для заданного значения M нет необходимости немедленно корректировать поверхностную скорость μ газа, пока может существовать контрольное значение M' , находящееся в пределах интервала регулирования заданного значения M , которое позволяет поверхностной скорости μ газа и плотности ρ слоя соответствовать формуле (I). Когда отсутствует какое-либо контрольное значение M' в интервале регулирования заданного значения M , которое может позволить поверхностной скорости μ газа и плотности ρ слоя удовлетворять формуле (I), заданное значение M вводят в формулу, соответствующее расчетное значение поверхностной скорости μ газа рассчитывают в соответствии с плотностью ρ слоя на данный момент, а поверхностную скорость газа корректируют в соответствии с рассчитанным значением.

Без ограничения какой-либо известной теорией полагают, что размещение компонентов перегородки (1) в реакционной зоне псевдооживленного слоя способствует достижению регулирования так, чтобы поверхностная скорость μ газа и плотность ρ слоя могли удовлетворять формуле (I). В разных вариантах число слоев компонентов перегородки (1) в каждом случае независимо равно m , причем m имеет значение, варьирующееся между 1 и 10.

Для реактора, имеющего m слоев компонентов перегородки (1), каждый слой компонентов перегородки (1) обозначают с помощью V_j , $j=1-m$. Расстояние между двумя соседними компонентами перегородки V_j и V_{j-1} обозначают как H_j , где расстояние между самым нижним компонентом перегородки V_1 (1) и распределителем метанольного сырья (распределительной плитой) определяют как H_1 , тогда отношение H_1 к высоте реакционной зоны составляет 0,1-0,4, например, 0,2-0,3, например, 0,25, при этом каждое из других H_j независимо составляет 0,2-1 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя. В одном варианте каждое H_j , за исключением H_1 , одинаковы. В одном варианте осуществления реакционная зона с псевдооживленным слоем предпочтительно имеет круглое или по существу круглое поперечное сечение. В одном варианте два соседних компонента перегородки V_j (1) расположены в шахматном порядке или уложены один на другой. Компонент перегородки V_j (1) содержит множество реберных пластин (7), а расположение реберных пластин (7) представляет собой одно расположение из радиального расположения (A), спирального расположения (B1-B2) и дендритного расположения (C1-C3). Расположение множества реберных пластин (7) каждого слоя компонентов перегородки V_j (1) является одинаковым или разным. Когда компонент перегородки V_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдооживленного слоя, площадь поперечного сечения, незанятого проецируемой площадью, составляет от 70 до 95% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя. Расстояние между самым внешним краем, образованным любой перегородкой V_j (1) и поверхностью стенки (2) цилиндра реакционной зоны псевдооживленного слоя, равно h_1 ; и в разных вариантах осуществления h_1 независимо имеет значение от 0,005 до 0,05 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя. То есть, линия соединения самых внешних краев всех компонентов перегородки V_j (1) образует профиль, имеющий гидравлический диаметр $(D-2 \times h_1)$; и когда реакционная зона с псевдооживленным слоем предпочтительно имеет круглое поперечное сечение, самый внешний край всех компонентов перегородки V_j

(1) образует профиль, имеющий круглую форму с диаметром $(D-2 \times h_1)$.

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 2 и фиг. 3А и 3В компоненты перегородки V_j (1) в радиальном расположении (А) или спиральном расположении (В1-В2) содержат реберные пластины (7) и установочные кольца R_i (6). В одном варианте установочные кольца R_i (6) расположены коаксиально; реберные пластины (7) соединены с установочными кольцами R_i (6) и равномерно распределены по направлению окружности, причем:

(а) в каждом варианте осуществления число установочных колец R_i (6) независимо равно n , n представляет собой значение, варьирующееся между 1 и 10, каждый слой установочных колец (6) обозначают с помощью R_i , и i от 1 до n , где R_i означает самое внутреннее в радиальном направлении установочное кольцо, и R_n означает самое внешнее в радиальном направлении установочное кольцо; n установочных колец R_i делят реакционную зону псевдооживленного слоя на $n+1$ кольцевых слоев реберных пластин, которые коаксиальны в радиальном направлении, каждый кольцевой слой реберных пластин обозначают с помощью L_g , и g от 1 до $(n+1)$, где L_1 представляет собой кольцевой слой реберных пластин на самой внутренней стороне в радиальном направлении, и L_{n+1} представляет собой кольцевой слой реберных пластин на самой внешней стороне в радиальном направлении; и

(б) число реберных пластин (7) каждого слоя реберных пластин равно p , число реберных пластин (7) в g -ом кольцевом слое реберных пластин L_g равно p_g , и интервал для p_g составляет $(3-10) \times g$.

В одном варианте осуществления компоненты перегородки V_j (1) в радиальном расположении (А) или спиральном расположении (В1-В2) не включают установочное кольцо. В этом варианте число реберных пластин (7) составляет от 3 до 10.

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 2, все компоненты перегородки V_j (1) имеют одинаковое радиальное расположение (А) для данного реактора.

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 3А и 3В, угол между касательной к внешней кривизне реберной пластины (7) компонента перегородки (1) в спиральном расположении (В1-В2) и направлением радиуса равен α , и этот угол α составляет от 10 до 80°. Когда компонент перегородки V_j (1) включает установочное кольцо R_i (6), g -ый реберный кольцевой слой компонента перегородки (1) в спиральном расположении (В1-В2) и реберная пластина (7) $(g+1)$ -ого реберного кольцевого слоя могут быть расположены в одном направлении или в противоположных направлениях, где расположение в одном направлении или в противоположных направлениях означает направленную по часовой стрелке (правостороннюю) или против часовой стрелки (левостороннюю) спираль, соответственно, как видно на виде сверху реберных пластин (7). Предпочтительно в одном варианте, показанном на фиг. 3А и 3В, все компоненты перегородки V_j (1) расположены в одном и том же спиральном расположении (В1-В2) для данного реактора.

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 4А-4С, компоненты перегородки V_j (1) в дендритном расположении (С1-С3) имеют реберные пластины (7), состоящие из множества основных реберных пластин (4) и множества вспомогательных реберных пластин (5). В разных вариантах число основных реберных пластин (4) независимо равно k , причем k имеет значения 2-8. Основные реберные пластины (4) и вспомогательные реберные пластины (5) расположены перпендикулярно крест-накрест и имеют дендритную конфигурацию. В разных вариантах число вспомогательных реберных пластин (5) на каждом компоненте перегородки V_j (1) независимо равно q , причем q имеет значения 10-40. Число основных реберных пластин (4) на любых двух компонентах перегородки V_j (1) одинаковое или разное. В одном варианте число основных реберных пластин (4) на каждом компоненте перегородки V_j (1) одинаковое. Число вспомогательных реберных пластин (5) на любых двух основных реберных пластинах (4) одинаковое или разное.

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 4А, компонент перегородки V_j (1) в дендритном расположении имеет тип I дендритного расположения (С1), который означает тип I дендритного расположения (С1), где две из множества основных реберных пластин (4), причем каждая имеет длину $(D-2 \times h_1)$, перпендикулярны друг другу и называются первым основным ребром и перпендикулярным основным ребром, соответственно. Другими словами, когда линия соединения самого внешнего бокового края компонентов перегородки V_j (1) образует круг (или по существу круг), длина первого основного ребра и длина перпендикулярного основного ребра каждая равны диаметру круга (или по существу круга), образованного линией соединения. Другие основные реберные пластины (4) множества основных реберных пластин (4) расположены параллельно первому основному ребру, являются непрерывными в продольном направлении каждого основного ребра и имеют одинаковый интервал h_4 . Множество вспомогательных реберных пластин (5) на каждой основной реберной пластине (4) расположены параллельно с одинаковым интервалом h_2 , и каждая из вспомогательных реберных пластин проходит в продольном направлении до положения с расстоянием h_0 ($h_0 > 0$, на фигуре не показано) от основной реберной пластины внутри пространства, определяемого одной основной реберной пластиной и двумя соседними основными реберными пластинами; или для внешнего основного ребра каждая из множества вспомогательных реберных пластин (5) на нем проходит в продольном направлении между линией соединения от одной из соседних основных реберных пластин до линии соединения самого внешнего края всех компонентов пе-

перегородки B_j (1). Пара (две) вспомогательных реберных пластин на первом основном ребре, ближайшем к перпендикулярному основному ребру, расположена с промежутком от перпендикулярного основного ребра на расстоянии h_2 , и пара (4 в сумме) вспомогательных реберных пластин на каждой из двух основных реберных пластин, соседних с первым основным ребром, ближайшим к перпендикулярному основному ребру, расположена с промежутком от перпендикулярного основного ребра на расстоянии $1/2h_2$. В одном варианте осуществления вспомогательные реберные пластины (5) на двух интервальных основных реберных пластинах (4) выровнены (по прямой линии) в продольном направлении. В контексте настоящего изобретения "интервальное" взаиморасположение реберных пластин означает, что имеется только одна другая реберная пластина такого же типа и в таком же расположении между двумя задействованными реберными пластинами; например, как показано на Фиг. 4А, две из 3 соседних параллельных основных реберных пластин, разделенных средним основным ребром, называются "интервальными" основными реберными пластинами. Промежуток в продольном направлении между каждыми двумя соседними вспомогательными реберными пластинами (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) называют межконцевым расстоянием h_3 , и каждые две соседние вспомогательные реберные пластины (5) имеют одинаковое межконцевое расстояние h_3 , которое в каждом случае независимо составляет $(0,01-0,2)$ от $(D-2 \times h_1)/k$. Соответственно, когда используют основную реберную пластину (4) шириной l , $h_3 = 2h_0 + 1$. Предпочтительно в одном варианте, показанном на фиг. 4А, все компоненты перегородки B_j (1) имеют одинаковый тип I дендритного расположения для данного реактора (C1).

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 4В и 4С, компонент B_j в дендритном расположении имеет тип II дендритного расположения (C2-C3), где тип II дендритного расположения (C2-C3) означает, что основные реберные пластины (4) компонента перегородки (1) расположены крест-накрест и равномерно распределены по направлению окружности, а длина каждого основного ребра равна $D-2 \times h_1$. Число вспомогательных реберных пластин (5) на каждой из основных реберных пластин (4) одинаковое. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) расположены параллельно друг другу и имеют одинаковый промежуток h_5 . Линия соединения, образованная самым внешним боковым краем вспомогательных реберных пластин (5) на каждой основной реберной пластине (4) и самой внешней стороной основного ребра, образует секторную область. Для одного и того же компонента перегородки B_j (1) области в форме сектора, образованные вспомогательными реберными пластинами (5) на каждой основной реберной пластине (4), имеют одинаковый промежуток h_6 , который в каждом случае независимо составляет $0,5-3 h_1$. Предпочтительно в одном варианте, показанном на фиг. 4В и 4С, все компоненты перегородки B_j (1) имеют одинаковый тип II дендритного расположения (C2-C3) для данного реактора.

Без ограничения какой-либо известной теорией в одном варианте осуществления полагают, что множество компонентов перегородки B_j (1) может находиться в форме комбинации нескольких расположений из числа радиального расположения (А), спирального расположения (B1-B2) и дендритного расположения (C1-C3).

В одном варианте осуществления, показанном на фиг. 5, реберная пластина (7) находится в любой форме из числа π -формы (D1-D4), перевернутой V-формы (D5), наклонной пластинчатой формы (D6) и дугообразной формы (D7). Реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); и небольшие отверстия (10) имеют любую форму из круга, эллипса, прямоугольника, треугольника, многоугольника и т.п. Реберная пластина (6) в π -форме (D1-D4) включает боковую сторону реберной пластины (9) и верхнюю часть реберной пластины (8). В одном варианте расположение и степень открытия небольших отверстий и т.п. особенно не ограничены, пока они удовлетворяют вышеупомянутому и описанным позднее разным требованиям по отношению к реберной пластине (7) и компоненту перегородки B_j (1), и, в частности, например, таким, что, когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдооживленного слоя, площадь поперечного сечения, незанятого проекцией, составляет от 70 до 95% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя.

Как показано на фиг. 5, π -образная реберная пластина (7) в форме D1 представляет собой ребро, имеющее выпуклую вверх дугообразную верхнюю часть (8) и дугообразные боковые стороны (9); π -образная реберная пластина (7) в форме D2 представляет собой ребро, имеющее плоскую верхнюю часть (8) и дугообразные боковые стороны (9); π -образная реберная пластина (7) в форме D3 представляет собой ребро, имеющее выпуклую вверх дугообразную верхнюю часть (8) и плоские боковые стороны (9); и π -образная реберная пластина (7) в форме D4 представляет собой ребро, имеющее плоскую верхнюю часть (8) и плоские боковые стороны (9). Что касается Фиг. 5, то в случае π -образных реберных пластин (7) в формах D1 и D2 дугообразная боковая стороны является "вогнутой" относительно внутреннего пространства замкнутой фигуры, образованной проекцией формы, являющейся ортогональной проекцией π -образной реберной пластины (7) на длину ребра, и концевыми соединяющим линиям боковых сторон.

В одном варианте, показанном на фиг. 5, ширина l реберной пластины (7) составляет $(0,2-0,9)$ от $(D-2 \times h_1)/(r$ или $q)$, а высота δ реберной пластины (7) составляет $(0,1-0,6)$ ширины l реберной пластины (7); где ширина l реберной пластины (7) относится к ширине ребра, проецируемого в поперечном сечении реактора, когда ребро установлено в реакторе; и высота δ реберной пластины (7) относится к высоте

ребра, проецируемого в осевом направлении реактора, когда ребро установлено в реакторе.

В одном варианте осуществления ширина l_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1-D4) составляет (0,1-0,5) ширины l реберной пластины (7); высота δ_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1 и D3) составляет (0,05-0,3) высоты δ реберных пластин (7); где ширина l_1 верхней части ребра (8) относится к ширине верхней части ребра (8), проецируемого в поперечном сечении реактора, когда ребро установлено в реакторе; и высота δ_1 верхней части ребра (8) относится к высоте верхней части ребра (8), проецируемого в осевом направлении реактора, когда ребро установлено в реакторе.

В одном варианте осуществления компонент перегородки (1) имеет угол от -25 до 60° , предпочтительно от -20 до 50° , более предпочтительно от -15 до 40° , относительно поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя.

Изобретение также предлагает способ получения низших олефинов, включающий стадию контактирования оксигенатного сырья с катализаторами на основе молекулярного сита в реакционной зоне псевдооживленного слоя с образованием продукта низших олефинов при эффективных условиях; отличающийся тем, что в реакционной зоне псевдооживленного слоя поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора настроены так, чтобы они удовлетворяли приведенной ниже формуле (I):

$$\rho = 0,356\mu^3 - 4,319\mu^2 - 35,57\mu + M \quad (I);$$

где $M=250-554$, предпочтительно 300-550, или 400-500, например, 487,9; μ представлена в м/с, и ρ представлена в кг/м³; или

когда поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора не удовлетворяют формуле (I), поверхностную скорость газа корректируют с помощью способа в соответствии с аспектом 1 или любым другим аспектом изобретения так, чтобы привести поверхностную скорость μ газа и среднюю плотность ρ слоя катализатора к соответствию формуле (I).

Примеры

Пример 1.

Используют реактор с псевдооживленным слоем, включающий реакционную зону с псевдооживленным слоем с твердыми катализаторами в качестве псевдооживленных частиц, нижняя часть реакционной зоны снабжена линией подачи (11) и пластиной распределения сырья (12), а реакционная зона псевдооживленного слоя в реакторе снабжена множеством компонентов перегородки B_j (1), где $j=5$. Компоненты перегородки (1) закреплены в реакционной области с помощью кронштейнов (3); соседние два слоя компонентов перегородки (1) равно H_j , и самый нижний компонент перегородки B_1 (1) расположен в положении с промежутком от пластины распределения метанольного сырья на расстоянии H_1 . Компонент перегородки B_j (1) включает множество реберных пластин (7), причем реберные пластины (7) находятся в радиальном расположении (A); и расположение множества реберных пластин (7) каждого слоя компонентов перегородки B_j (1) одинаковое. Компоненты перегородки B_j (1) в радиальном расположении (A) включают реберные пластины (7) и установочные кольца R_i (6); при этом установочные кольца R_i (6) размещены коаксиально. Реберные пластины (7) соединены с установочными кольцами R_i (6) и равномерно распределены по направлению окружности, причем число установочных колец R_i (6) равно n , n равно 3, и каждый слой установочных колец (6) обозначен с помощью i , $i=1-n$, где R_1 означает самое внутреннее в радиальном направлении установочное кольцо, а R_n представляет собой самое внешнее в радиальном направлении установочное кольцо. N установочных колец R_i делят реакционную зону псевдооживленного слоя на $n+1$ кольцевых слоев реберных пластин L_g , которые коаксиальны в радиальном направлении, где $g=от 1 до (n+1)$, причем 1-ый кольцевой слой реберных пластин представляет собой кольцевой слой реберных пластин на самой внутренней стороне в радиальном направлении. Число реберных пластин (7) каждого кольцевого слоя реберных пластин равно p , число реберных пластин (7) в g -ом кольцевом слое реберных пластин L_g соответствует p_g , и p_g равно $5 \times g$.

Реберная пластина (7) находится в π -форме (D1). Реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); и небольшие отверстия (10) имеют форму круга. Реберная пластина (6) в π -форме (D1) включает боковую сторону реберной пластины (9) и верхнюю часть реберной пластины (8). Ширина l реберной пластины (7) составляет 0,5 от $(D-2 \times h_1)/p$, и высота δ реберной пластины (7) составляет 0,5 от ширины l реберной пластины (7). Ширина l_1 верхней части реберной пластины (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1) составляет 0,35 от ширины l реберной пластины (7); и высота δ_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1) составляет 0,15 от высоты δ реберной пластины (7). Боковая сторона реберной пластины (9) реберной пластины (6) в π -форме (D1) имеет форму дуги.

Когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдооживленного слоя, площадь поперечного сечения, незанятого проекцией, составляет 80% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя. Отношение H_1 к высоте реакционной зоны равно 0,25, и отношение H_j к диаметру D реакционной зоны равно 0,5. Расстояние между самым внешним краем компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдооживленного

слоя равно h_1 , что составляет 0,01 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя. Угол компонента перегородки $B1$ (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдооживленного слоя равен 0° .

Поверхностную скорость μ газ реакционной зоны псевдооживленного слоя измеряют и сравнивают со средней плотностью ρ слоя катализатора твердых катализаторов в реакционной зоне псевдооживленного слоя, и поверхностную скорость μ газа корректируют по мере необходимости так, чтобы поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяли приведенной ниже формуле (I):

$$\rho = 0,356\mu^3 - 4,319\mu^2 - 35,57\mu + M \quad (I),$$

где M представляет собой заданное значение 487,9 с интервалом регулирования 486-489; μ представляют в м/с, и ρ представляют в кг/м^3 .

Реактор с псевдооживленным слоем используют для реакции получения олефинов из метанола. Реактор с псевдооживленным слоем имеет форму быстрого псевдооживления, метанольное сырье подают в объеме 2,4 миллиона тонн в год, диаметр реакционной зоны реактора равен 8 м, высота реакционной зоны реактора равна 10 м, а работу оценивают в цикле из 7 дней.

Поток, содержащий метанольное сырье (с чистотой метанола 95 мас.%, причем остальное составляет преимущественно вода) подают в реакционную зону реактора через линию подачи и вводят в контакт с катализаторами на основе молекулярного сита для взаимодействия с образованием продукта, содержащего низшие олефины. Отработанные катализаторы переносят в зону разделения реактора через зону быстрого разделения газ-твердое вещество, где большую часть катализаторов, отделенных с помощью устройства быстрого разделения газ-(твердое вещество), подают в зону отпарки паром, при этом газофазный продукт и часть катализаторов, не отделенных с помощью устройства быстрого разделения газ-(твердое вещество), подают в циклон для дополнительного разделения. Катализаторы возвращают в зону отпарки паром через опускную трубу циклона, а газофазный продукт подают в рабочую секцию последнего разделения через газосборную камеру и выпускной трубопровод. Отработанные катализаторы, отделенные с помощью зоны быстрого разделения газ-(твердое вещество) и циклона, после отпарки паром делят на две части, где одну часть возвращают в нижнюю часть реакционной зоны через наклонную линию внешней циркуляции катализатора; а другую часть подают в секцию плотной фазы регенератора через наклонную линию отработки, чтобы регенерировать путем выжигания кокса. Топочный газ, образовавшийся при выжигании кокса, подают в последующую систему рекуперации энергии через выпускную линию топочного газа после прохождения через циклон, и регенерированный катализатор после регенерации возвращают в реакционную зону через наклонную линию отработки для регенерации.

Давление в верхней части реактора составляет 0,2 МПа, а температура реакции равна 480°C . Среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет 3,5 мас.%, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 426 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна 1,5 м/с. Активным компонентом катализатора является силикоалюмофосфатное молекулярное сито, и силикоалюмофосфатным молекулярным ситом является SAPO-34.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 82,71% в течение одного рабочего цикла.

Пример 2.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: расположение реберных пластин (7) представляет собой спиральное расположение ($B1$), угол между касательной к внешней кривизне реберной пластины (7) компонента перегородки (1) в спиральном расположении ($B1$) и направлением радиуса равен α , который составляет 30° . Компонент перегородки B_j (1) включает установочное кольцо R_i (6), реберные пластины (7) двух соседних кольцевых слоев ребер (i -ый кольцевой слой ребер и ($i+1$)-ый кольцевой слой ребер) компонента перегородки (1) в спиральном расположении ($B1$) расположены в одинаковом направлении.

Реберная пластина (7) имеет π -форму ($D3$). Реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); и небольшие отверстия (10) имеют форму эллипса. Ширина 1 реберной пластины (7) составляет $0,4$ от $(D-2 \times h_1)/p$, и высота δ реберной пластины (7) составляет $0,4$ от ширины 1 реберной пластины (7). Ширина l_1 верхней части реберной пластины (8) реберной пластины (6) в π -форме ($D3$) составляет $0,2$ от ширины 1 реберных пластин (7); и высота δ_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме ($D3$) составляет $0,1$ от высоты δ реберной пластины (7).

Боковая сторона реберной пластины (9) реберной пластины (6) в π -форме ($D3$) имеет плоскую конфигурацию.

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 485 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна 1,5 м/с.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 83,02% в течение одного рабочего цикла.

Пример 3.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 2, за исключением того, что: расположение реберной пластины (7) представляет собой спиральное расположение ($B2$), то есть, реберные пластины

(7) двух соседних кольцевых слоев ребер (i -ый кольцевой слой ребер и $(i+1)$ -ый кольцевой слой ребер) компонента перегородки (1) в спиральном расположении (B2) расположены в противоположных направлениях.

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 474 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 2.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $82,94\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 4.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 2, за исключением того, что: угол между касательной к внешней кривизне реберной пластины (7) компонента перегородки (1) в спиральном расположении (B 1) и направлением радиуса равен α , который составляет 60° .

Реберная пластина (7) имеет форму дуги (D7). Реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); и небольшие отверстия (10) имеет форму круга. Ширина 1 реберной пластины (7) составляет $0,6$ от $(D-2 \times h_1)/r$, и высота 5 реберной пластины (7) составляет $0,5$ от ширины 1 реберной пластины (7).

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 407 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 2.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $82,01\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 5.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: объем метанольной подачи составляет 3 миллиона тонн в год, диаметр реакционной зоны реактора равен 8 м , давление в верхней части реактора составляет $0,3 \text{ МПа}$ и реакционная температура равна 500°C , среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет $4,0 \text{ мас.}\%$, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 454 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $2,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $81,87\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 6.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: объем метанольной подачи составляет 3 миллиона тонн в год, диаметр реакционной зоны реактора равен 8 м , давление в верхней части реактора составляет $0,3 \text{ МПа}$ и реакционная температура равна 500°C , среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет $4,0 \text{ мас.}\%$, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 397 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $2,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $81,45\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 7.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет $4,0 \text{ мас.}\%$, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 355 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна 3 м/с .

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $81,36\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 8.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет $4,0 \text{ мас.}\%$, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 505 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,0 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $83,05\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 9.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: объем метанольной подачи составляет 1,8 миллиона тонн в год, среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет $3,0 \text{ мас.}\%$, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 450 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,15 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $83,14\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 10.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: число реберных пластин (7) каждого кольцевого слоя реберных пластин равно r , число реберных пластин (7) в g -ом

кольцевом слое реберных пластин равно p_g , и p_g составляет $8 \times g$. Ширина 1 реберной пластины (7) составляет $0,8$ от $(D-2 \times h_1)/p$, и высота δ реберной пластины (7) составляет $0,2$ от ширины 1 реберной пластины (7). Ширина l_1 верхней части реберной пластины (8) реберных пластин (6) в π -форме (D1) составляет $0,45$ от ширины 1 реберных пластин (7); и высота δ_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1) составляет $0,2$ от высоты δ реберной пластины (7).

Когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдоожигенного слоя, поперечное сечение, незанятое проекцией, составляет 83% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдоожигенного слоя. Отношение H_1 к высоте реакционной зоны равно $0,25$, и отношение H_j к диаметру реакционной зоны равно $0,4$. Расстояние между самым внешним краем компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдоожигенного слоя равно h_1 , что составляет $0,02$ от диаметра D реакционной зоны псевдоожигенного слоя. Угол компонента перегородки $B1$ (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдоожигенного слоя равен -10° .

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 447 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $82,82\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 11.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что: когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдоожигенного слоя, поперечное сечение, незанятое проекцией, составляет 75% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдоожигенного слоя. Отношение H_1 к высоте реакционной зоны равно $0,25$, и отношение H_j к диаметру реакционной зоны равно $0,7$. Расстояние между самым внешним краем компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдоожигенного слоя равно h_1 , что составляет $0,03$ от диаметра D реакционной зоны псевдоожигенного слоя. Угол компонента перегородки $B1$ (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдоожигенного слоя равен 20° .

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 410 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $82,33\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 12.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, причем реакционная зона псевдоожигенного слоя снабжена множеством компонентов перегородки B_j (1) в нем, где $j=3$; и реберные пластины (7) имеют дендритное расположение (C1).

The компоненты перегородки B_j (1) в дендритном расположении (C1) имеют реберные пластины (7), состоящие из основных реберных пластин (4) и вспомогательных реберных пластин (5). Число основных реберных пластин (4) равно k , причем k равно 4. Основные реберные пластины (4) и вспомогательные реберные пластины (5) расположены перпендикулярно крест-накрест и имеют дендритную конфигурацию. Число вспомогательных реберных пластин (5) на каждом компоненте перегородки B_j (1) равно q , причем q равно 30. Основные реберные пластины (4) компонента перегородки (1) расположены параллельно и имеют разную длину и одинаковое расстояние между ними. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) имеют разное количество, расположены параллельно и имеют одинаковое расстояние между ними. Вспомогательные реберные пластины (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) выровнены; и промежуток друг от друга h_3 каждых двух соседних вспомогательных реберных пластин (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) составляет $0,1$ от $(D-2 \times h_1)/k$.

Когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдоожигенного слоя, поперечное сечение, незанятое проекцией, составляет 75% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдоожигенного слоя. Отношение H_1 к высоте реакционной зоны равно $0,15$, и отношение H_j к диаметру реакционной зоны равно $0,5$. Расстояние между самым внешним краем компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдоожигенного слоя равно h_1 , что составляет $0,05$ от диаметра D реакционной зоны псевдоожигенного слоя. Угол компонента перегородки $B1$ (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдоожигенного слоя равен 0° .

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 382 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет $81,03\%$ в течение одного рабочего цикла.

Пример 13.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, причем реакционная зона псевдоожигенного слоя снабжена множеством компонентов перегородки B_j (1) в нем, где $j=3$; и реберные пластины (7) имеют дендритное расположение (C2).

Компоненты перегородки B_j (1) в дендритном расположении (C2) имеют реберные пластины (7),

состоящие из основных реберных пластин (4) и вспомогательных реберных пластин (5). Число основных реберных пластин (4) равно k , причем k равно 4. Основные реберные пластины (4) и вспомогательные реберные пластины (5) расположены перпендикулярно крест-накрест и имеют дендритную конфигурацию. Число вспомогательных реберных пластин (5) на каждом компоненте перегородки B_j (1) равно q , причем q равно 30. Основные реберные пластины (4) компонента перегородки (1) расположены крест-накрест и имеют длину $D-2 \times h_1$. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) имеют одинаковое количество. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) образуют секторные области, и расстояние h_6 между секторными областями составляет $1 h_1$. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) расположены параллельно друг другу и имеют одинаковое расстояние друг от друга h_5 .

Когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдоожиженного слоя, поперечное сечение, незанятое проекцией, составляет 78% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдоожиженного слоя. Отношение H_1 к высоте реакционной зоны равно 0,25, и отношение H_j к диаметру D реакционной зоны равно 0,5. Расстояние между самым внешним краем компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдоожиженного слоя равно h_1 , что составляет 0,04 от диаметра D реакционной зоны псевдоожиженного слоя. Угол компонента перегородки $B1$ (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдоожиженного слоя равен 0° .

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 400 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 81,25% в течение одного рабочего цикла.

Пример 14.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, причем реакционная зона псевдоожиженного слоя снабжена множеством компонентов перегородки B_j (1) в нем, где $j=3$; и реберные пластины (7) имеют дендритное расположение (С3).

Компоненты перегородки B_j (1) в дендритном расположении (С3) имеют реберные пластины (7), состоящие из основных реберных пластин (4) и вспомогательных реберных пластин (5). Число основных реберных пластин (4) равно k , причем k равно 8. Основные реберные пластины (4) и вспомогательные реберные пластины (5) расположены перпендикулярно крест-накрест и имеют дендритную конфигурацию. Число вспомогательных реберных пластин (5) на каждом компоненте перегородки B_j (1) равно q , причем q равно 36. Основные реберные пластины (4) компонента перегородки (1) расположены крест-накрест и имеют длину $D-2 \times h_1$. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) имеют одинаковое количество. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) образуют секторные области, и расстояние h_6 между секторными областями составляет $1 h_1$. Вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) расположены параллельно друг другу и имеют одинаковое расстояние друг от друга h_5 .

Когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдоожиженного слоя, поперечное сечение, незанятое проекцией, составляет 82% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдоожиженного слоя. Отношение H_1 к высоте реакционной зоны равно 0,25, и отношение H_j к диаметру реакционной зоны равно 0,5. Расстояние между самым внешним краем компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдоожиженного слоя равно h_1 , что составляет 0,04 от диаметра D реакционной зоны псевдоожиженного слоя. Угол компонента перегородки $B1$ (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдоожиженного слоя равен 0° .

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 417 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 81,67% в течение одного рабочего цикла.

Пример 15.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 14, а реберные пластины (7) находятся в π -конфигурации (D3). Реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); и небольшие отверстия (10) имеют форму эллипса. Ширина l реберной пластины (7) составляет 0,4 от $(D-2 \times h_1)/p$, и высота 8 реберной пластины (7) составляет 0,4 от ширины l реберной пластины (7). Ширина l_1 верхней части реберной пластины (8) реберной пластины (6) в π -форме (D3) составляет 0,2 от ширины l реберных пластин (7); и высота δ_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме (D3) составляет 0,1 от высоты 8 реберной пластины (7). Боковая сторона реберной пластины (9) реберной пластины (6) в π -форме (D1) имеет плоскую конфигурацию.

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 390 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 14.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 81,22% в течение одного рабочего цикла.

Пример 16.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 14, а реберные пластины (7) имеют дугообразную конфигурацию (D7). Реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); и небольшие отверстия (10) имеет форму круга. Ширина 1 реберной пластины (7) составляет $0,6 \text{ от } (D-2 \times h_1)/\rho$, и высота δ реберной пластины (7) составляет 0,5 от ширины 1 реберной пластины (7).

Средняя плотность слоя реакционной зоны равна 375 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 14.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 81,03% в течение одного рабочего цикла.

Пример 17.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что силикоалюмофосфатным молекулярным ситом является SAPO-18.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 81,54% в течение одного рабочего цикла.

Сравнительный пример 1.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 1, за исключением того, что в реакционной зоне никакой перегородки не установлено. Среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет 4,0 мас.%, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 120 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $1,5 \text{ м/с}$.

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 80,07% в течение одного рабочего цикла.

Сравнительный пример 2.

Следуют условиям и методикам, описанным в сравнительном примере 1, с таким же размером реактора, но объем метанольной подачи увеличивают до 2,4 миллиона тонн в год, и в реакционной зоне никакой перегородки не установлено. Среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет 4,2 мас.%, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 90 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна 2 м/с .

Другие условия в сравнении с методиками, не упомянутыми конкретно, являются такими же, как в сравнительном примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 79,57% в течение одного рабочего цикла.

Сравнительный пример 3.

Следуют условиям и методикам, описанным в сравнительном примере 1, с таким же размером реактора, но объем метанольной подачи увеличивают до 3 миллионов тонн в год, и в реакционной зоне никакой перегородки не установлено. Среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет 4,5 мас.%, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 60 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна $2,5 \text{ м/с}$.

Другие условия в сравнении с методиками, не упомянутыми конкретно, являются такими же, как в сравнительном примере 1.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 75,34% в течение одного рабочего цикла.

Сравнительный пример 4.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 5, за исключением того, что в реакционной зоне никакой перегородки не установлено. Среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет 5 мас.%, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 30 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна 2 м/с .

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 5.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 72,09% в течение одного рабочего цикла.

Сравнительный пример 5.

Следуют условиям и методикам, описанным в примере 5, за исключением того, что в реакционной зоне никакой перегородки не установлено. Среднее количество коксовых отложений катализаторов составляет 5 мас.%, средняя плотность слоя реакционной зоны равна 30 кг/м^3 , и поверхностная скорость газа равна 2 м/с .

Другие условия и методики, не упомянутые конкретно, являются такими же, как в примере 5.

Результаты анализа проб показывают, что средний выход этилена+пропилен в пересчете на углерод на выходе из реактора составляет 72,09% в течение одного рабочего цикла.

Очевидно, что способ по настоящему изобретению может достичь цели повышения выхода низших олефинов, демонстрируя большие технические преимущества, и, следовательно, его можно использовать для промышленного получения низших олефинов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ регулирования поверхностной скорости газа в псевдооживленном слое, где твердые катализаторы используют в качестве псевдооживленных частиц или в качестве части псевдооживленных частиц, отличающийся тем, что измеряют поверхностную скорость μ газа реакционной зоны псевдооживленного слоя, сравнивая ее со средней плотностью ρ слоя катализатора твердых катализаторов в реакционной зоне псевдооживленного слоя, и регулируют поверхностную скорость μ газа по мере необходимости так, чтобы поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяли приведенной ниже формуле (I):

$$\rho = 0,356\mu^3 - 4,319\mu^2 - 35,57\mu + M \quad (I),$$

где

$M = 250 - 554$;

μ представлена в м/с, и ρ представлена в кг/м³,

где в реакционной зоне псевдооживленного слоя предусмотрены компоненты перегородки B_j (1), причем число слоев компонентов перегородки (1) независимо в каждом случае равно m , m имеет значение, варьирующееся между 2 и 50; и расстояние между двумя соседними компонентами перегородки B_j (1) равно H_j , за исключением H_1 , причем каждое H_j , отличное от H_1 , независимо составляет 0,2-1 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя, где $j = 1 - m$;

компонент перегородки B_j (1) содержит множество реберных пластин (7), и расположение реберных пластин (7) представляет собой одно из радиального расположения (А), спирального расположения (В1-В2) и дендритного расположения (С1-С3);

когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдооживленного слоя, площадь поперечного сечения, занятого проекцией, составляет 70-95% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя; и

расстояние между самым внешним краем любого компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдооживленного слоя каждое равно h_1 ; и h_1 независимо составляет от 0,005 до 0,05 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя.

2. Способ по п.1, в котором средняя плотность слоя катализатора составляет от 200 до 500 кг/м³, предпочтительно от 250 до 450 кг/м³, более предпочтительно от 300 до 430 кг/м³.

3. Способ по п.1, в котором компоненты перегородки B_j (1) в радиальном расположении (А) или спиральном расположении (В1-В2) содержат реберные пластины (7) и установочные кольца R_i (6); установочные кольца R_i (6) расположены коаксиально; реберные пластины (7) соединены с установочными кольцами R_i (6) и равномерно распределены по направлению окружности, где

(а) число установочных колец R_i (6) независимо равно n , причем n означает число, варьирующееся от 1 до 10, и $i =$ от 1 до n ; и n установочных колец R_i делят реакционную зону псевдооживленного слоя на $n+1$ кольцевых слоев реберных пластин, которые коаксиальны в радиальном направлении, причем кольцевой слой реберных пластин обозначают L_g , и $g =$ от 1 до $(n+1)$; и

(б) число реберных пластин (7) каждого слоя реберных пластин равно p , число реберных пластин (7) в g -ом кольцевом слое реберных пластин L_g равно p_g , и интервал для p_g равен $(3-10) \times g$.

4. Способ по п.1 или 3, в котором компоненты перегородки (1) в спиральном расположении (В1-В2) имеют угол α между касательной к внешней кривизне реберной пластины (7) и направлением радиуса, причем угол α составляет 10-80°.

5. Способ по п.1, в котором компоненты перегородки B_j (1) в дендритном расположении (С1-С3) образованы множеством основных реберных пластин (4) и множеством вспомогательных реберных пластин (5); число основных реберных пластин (4) на каждом компоненте перегородки B_j (1) независимо равно k , и k равно 2-8; основные реберные пластины (4) и вспомогательные реберные пластины (5) расположены перпендикулярно крест-накрест; и суммарное число вспомогательных реберных пластин (5) на каждом компоненте перегородки B_j (1) независимо составляет q , и q равно 10-40.

6. Способ по п.5, в котором компонент перегородки B_j (1) в дендритном расположении имеет тип I дендритного расположения (С1), в котором две из множества основных реберных пластин (4) каждая имеют длину $D-2 \times h_1$ и перпендикулярны друг другу, которые называют первой основной реберной пластиной и перпендикулярной основной реберной пластиной соответственно; другие основные реберные пластины (4) во множестве основных реберных пластин (4) расположены параллельно первой основной реберной пластине с одинаковым расстоянием друг от друга h_4 ; вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) расположены параллельно с одинаковыми промежуточными расстояниями h_2 ; пара вспомогательных реберных пластин на первой основной реберной пластине, которые находятся наиболее близко к перпендикулярной основной реберной пластине, соответственно отстоят от перпендикулярной основной реберной пластины на расстояние h_2 , пара вспомогательных реберных пластин на двух основных реберных пластинах, прилегающих к первой основной реберной пластине, которые находятся соответственно наиболее близко к перпендикулярной основной реберной пластине, соответственно отстоят от перпендикулярной основной реберной пластины на расстояние $1/2h_2$, и вспо-

могательные реберные пластины (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) выровнены по прямой линии в продольном направлении; а расстояние h_3 между концами вспомогательных реберных пластин (5) на интервальных основных реберных пластинах (4) составляет (0,01-0,2) от $(D-2 \times h_1)/k$.

7. Способ по п.5, в котором компонент перегородки B_j в дендритном расположении имеет тип II дендритного расположения (C2-C3), где основные реберные пластины (4) компонентов перегородки (1) расположены крест-накрест и равномерно распределены по окружности длиной $D-2 \times h_1$; число вспомогательных реберных пластин (5) на каждой основной реберной пластине (4) является одинаковым, вспомогательные реберные пластины расположены параллельно с одинаковым расстоянием друг от друга h_5 ; вспомогательные реберные пластины (5) на каждой основной реберной пластине (4) образуют секторные области, и расстояние h_6 между секторными областями составляет 0,5-3 от h_1 .

8. Способ по п.1 или 3, в котором реберная пластина (7) находится в любой форме из π -формы (D1-D4), перевернутой V-формы (D5), формы наклонной пластины (D6) и формы дуги (D7); реберная пластина (7) снабжена небольшими отверстиями (10); небольшие отверстия (10) имеют любую форму из круга, эллипса, прямоугольника, треугольника, многоугольника и подобной формы; и реберная пластина (6) в π -форме (D1-D4) содержит боковую сторону реберной пластины (9) и верхнюю часть реберной пластины (8).

9. Способ по п.8, в котором ширина l реберной пластины (7) составляет (0,2-0,9) от $(D-2 \times h_1)/(p$ или $q)$, и высота δ реберной пластины (7) составляет (0,1-0,6) от ширины l реберной пластины (7).

10. Способ по п.8, в котором ширина l_1 верхней части реберной пластины (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1-D4) составляет (0,1-0,5) от ширины l реберной пластины (7); высота δ_1 верхней части ребра (8) реберной пластины (6) в π -форме (D1 и D3) составляет 0,05-0,3 от высоты δ реберной пластины (7).

11. Способ по п.1 или 3, отличающийся тем, что угол компонента перегородки (1) к поперечному сечению реакционной зоны псевдооживленного слоя составляет от -25 до 60° , предпочтительно от -20 до 50° , более предпочтительно от -15 до 40° .

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что предлагается контрольное значение M' для интервала регулирования в пределах $\pm 5\%$, предпочтительно $\pm 2\%$, или $\pm 1\%$, или $\pm 0,5\%$ от заданного значения M , причем, когда контрольное значение M' отсутствует в пределах интервала регулирования заданного значения M так, чтобы поверхностная скорость μ газа и плотность ρ слоя удовлетворяли формуле (I), заданное значение M вводят в формулу, расчетное значение соответствующей поверхностной скорости μ газа рассчитывают из плотности ρ слоя соответственно и поверхностную скорость газа корректируют в соответствии с рассчитанным значением.

13. Способ получения низших олефинов, включающий стадию контактирования оксигенатного сырья с катализаторами на основе молекулярного сита в реакционной зоне псевдооживленного слоя с получением низших олефинов при эффективных условиях; отличающийся тем, что в реакционной зоне псевдооживленного слоя поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора удовлетворяют приведенной ниже формуле (I):

$$\rho = 0,356\mu^3 - 4,319\mu^2 - 35,57\mu + M \quad (I),$$

где

$M = 250-554$;

μ представлена в м/с, и ρ представлена в кг/м^3 ; или

когда поверхностная скорость μ газа и средняя плотность ρ слоя катализатора не удовлетворяют формуле (I), поверхностную скорость газа корректируют способом по п.1 так, чтобы привести поверхностную скорость μ газа и среднюю плотность ρ слоя катализатора к удовлетворению формулы (I),

где в реакционной зоне псевдооживленного слоя предусмотрены компоненты перегородки B_j (1), причем число слоев компонентов перегородки (1) независимо в каждом случае равно m , m имеет значение, варьирующееся между 2 и 50; и расстояние между двумя соседними компонентами перегородки B_j (1) равно H_j , за исключением H_1 , причем каждое H_j , отличное от H_1 , независимо составляет 0,2-1 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя, где $j = 1-m$;

компонент перегородки B_j (1) содержит множество реберных пластин (7), и расположение реберных пластин (7) представляет собой одно из радиального расположения (A), спирального расположения (B1-B2) и дендритного расположения (C1-C3);

когда компонент перегородки B_j (1) проецируют на поперечное сечение реакционной зоны псевдооживленного слоя, площадь поперечного сечения, незанятого проекцией, составляет 70-95% площади поперечного сечения реакционной зоны псевдооживленного слоя; и

расстояние между самым внешним краем любого компонента перегородки B_j (1) и стенкой цилиндра реакционной зоны (2) псевдооживленного слоя каждое равно h_1 ; и h_1 независимо составляет от 0,005 до 0,05 от диаметра D реакционной зоны псевдооживленного слоя.

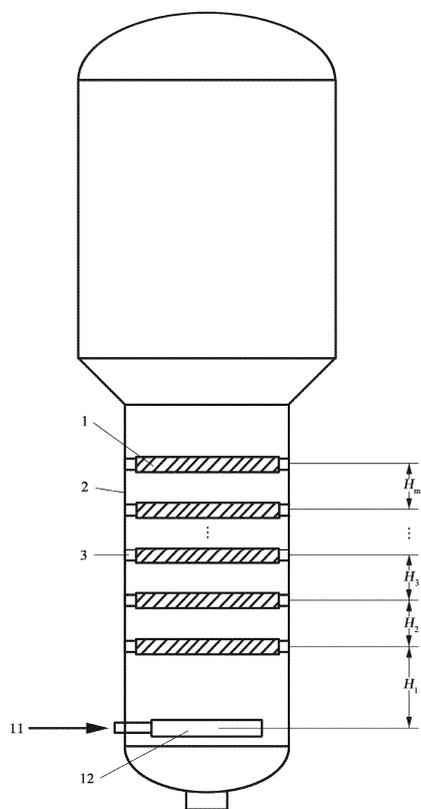
14. Способ по п.13, отличающийся тем, что эффективные условия включают: давление в верхней части реактора больше чем 0,1 МПа, предпочтительно 0,2-1 МПа; температура реакции больше чем 400°C , предпочтительно $450-500^\circ\text{C}$.

15. Способ по любому из пп.13 и 14, отличающийся тем, что оксигенатное сырье содержит метанол;

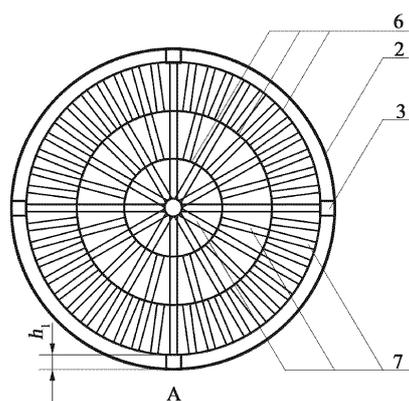
молекулярное сито представляет собой силикоалюмофосфатное молекулярное сито, предпочтительно SAPO-18, SAPO-34, SAPO-5 или их комбинацию.

16. Способ по п.1 или п.13, отличающийся тем, что $M=300-550$, предпочтительно 400-500, в частности 487,9.

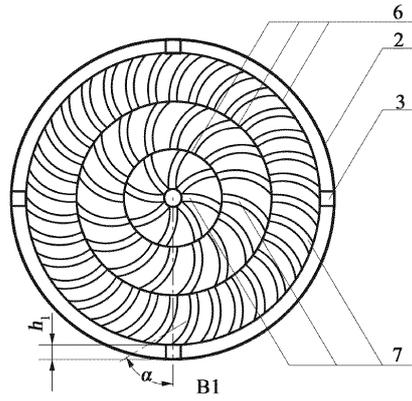
17. Способ по п.1 или п.13, отличающийся тем, что m имеет значение, варьирующееся между 2 и 30, предпочтительно между 2 и 20 или предпочтительно между 1 и 10.



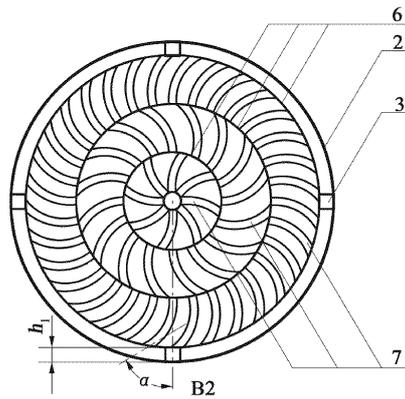
Фиг. 1



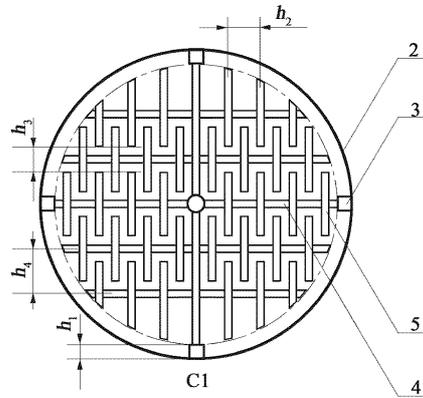
Фиг. 2



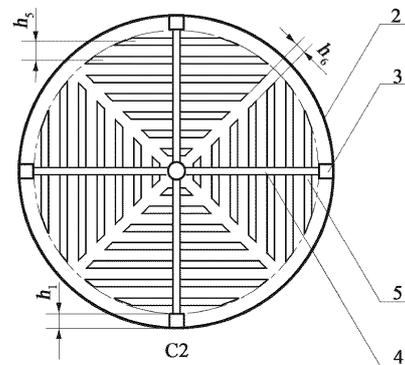
Фиг. 3А



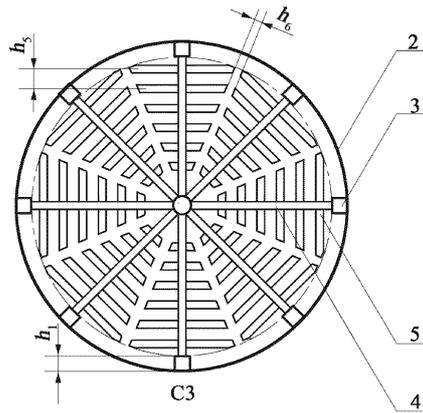
Фиг. 3В



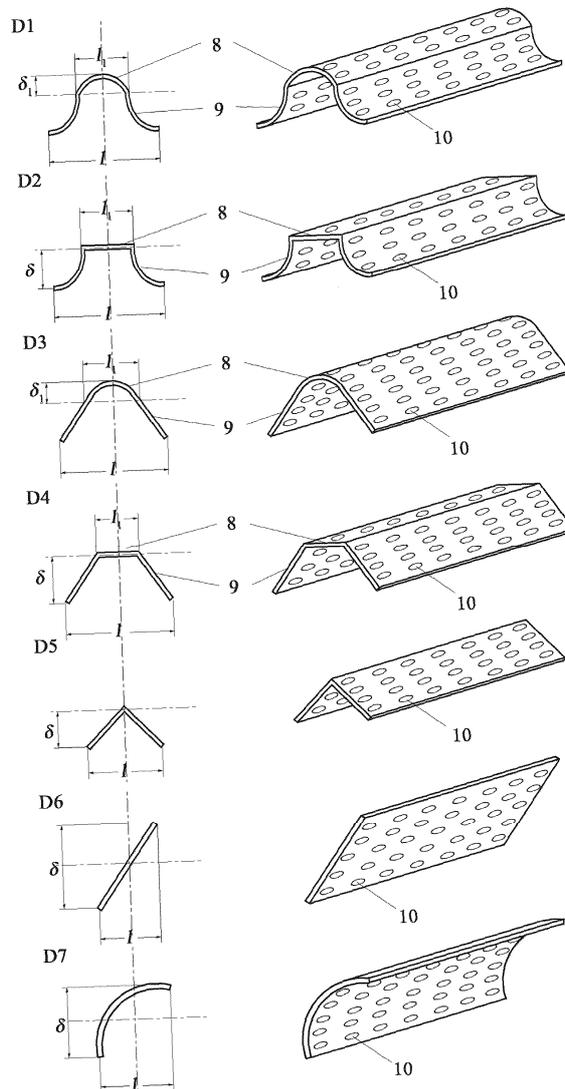
Фиг. 4А



Фиг. 4В



Фиг. 4С



Фиг. 5

