



(51) МПК
C07C 1/20 (2006.01)
C07C 4/06 (2006.01)
C07C 9/10 (2006.01)
C07C 11/06 (2006.01)
B01J 38/30 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C07C 1/20 (2019.08); C07C 4/06 (2019.08); C07C 9/10 (2019.08); C07C 11/06 (2019.08); B01J 38/30 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019109421, 19.10.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 19.10.2016

Дата регистрации:
 14.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.10.2016

(45) Опубликовано: 14.07.2020 Бюл. № 20

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 20.05.2019

(86) Заявка РСТ:
 CN 2016/102561 (19.10.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2018/072140 (26.04.2018)

Адрес для переписки:
 190000, Санкт-Петербург, БОКС-1125

(72) Автор(ы):

**Е, Мао (CN),
 ЧЖАН, Гао (CN),
 ХЭ, Чанцин (CN),
 ЧЖАН, Цзиньлин (CN),
 ВАН, Сяньгао (CN),
 ТАН, Хайлун (CN),
 ЦЗЯ, Цзиньмин (CN),
 ЧЖАО, Иньфэн (CN),
 ЛИУ, Чжунминь (CN)**

(73) Патентообладатель(и):

**ДАЛЯНЬ ИНСТИТЮТ ОФ КЕМИКАЛ
 ФИЗИКС, ЧАЙНИЗ АКАДЕМИ ОФ
 САЙЕНСЕЗ (CN)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: CN 101260013 А, 10.09.2008. CN
 103804110 А, 21.05.2014. CN 101177374 А,
 14.05.2008. RU 2487160 С1, 10.07.2013.

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОПЕНА И С4 УГЛЕВОДОРОДА

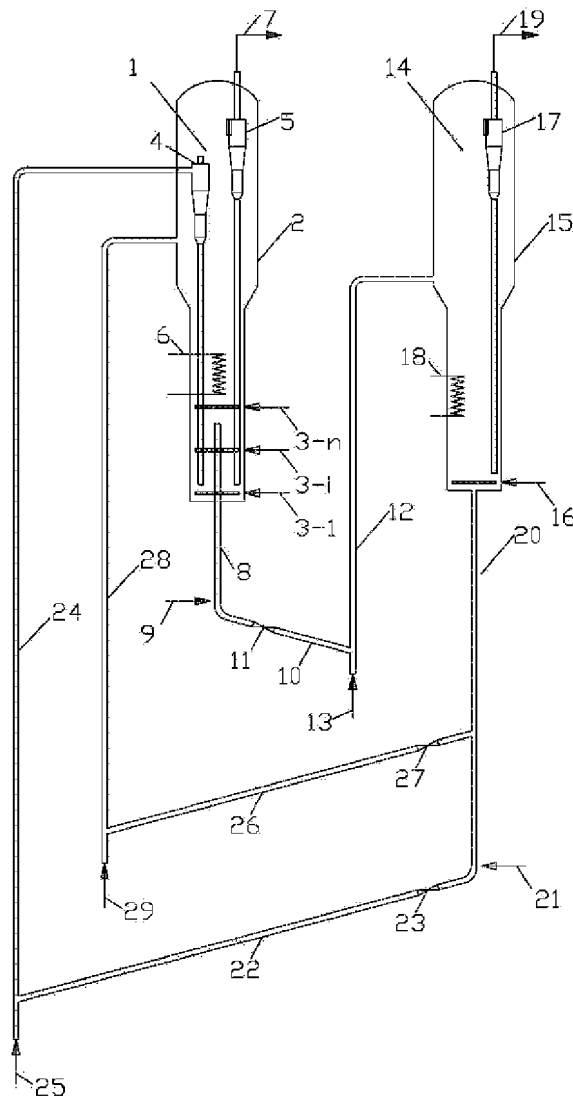
(57) Реферат:

Предложено устройство для получения пропилена и С4 углеводородов из кислородсодержащих соединений, выбранных из метанола и диметилового эфира, содержащее: реактор с турбулентным псевдооживленным слоем, содержащий оболочку реактора, n реакторных распределителей сырья, реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз, реакторный теплообменник, выпускное отверстие для газообразного продукта и реакторную отгоночную колонну, при этом нижняя часть реактора с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой реакционную зону, верхняя часть реактора с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения, n реакторных

распределителей сырья расположены в реакционной зоне, реакторный теплообменник расположен в реакционной зоне, реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз и реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз размещены в зоне осаждения или за пределами оболочки реактора, выпускное отверстие реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз соединено с подъемной трубой для регенерированного катализатора, выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз расположено в нижней части реакционной зоны, выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие реакторного

сепаратора 2 газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 2 газообразной и твердой фаз размещено в реакционной зоне, выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 2 газообразной и твердой фаз соединено с выпускным отверстием для газообразного продукта, и реакторная отгоночная колонна проходит через оболочку реактора снаружи внутрь в нижней части реактора с турбулентным псевдооживленным слоем и открывается в реакционной зоне реактора с турбулентным псевдооживленным слоем; подъемную трубу для каталитического крекинга, при этом нижняя часть подъемной трубы для каталитического крекинга соединена с выпускным отверстием наклонной трубы для каталитического крекинга и оборудована впускным отверстием для углеводородов с 5 или более углеродными атомами, и выпускное отверстие подъемной трубы для каталитического крекинга соединено с зоной осаждения реактора с турбулентным псевдооживленным слоем; регенератор с псевдооживленным слоем, содержащий оболочку регенератора, распределитель сырья регенератора, сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора, теплообменник регенератора, выпускное отверстие для отходящего газа и отгоночную колонну регенератора, при этом нижняя часть регенератора с псевдооживленным слоем представляет собой зону регенерации, верхняя часть регенератора с псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения, распределитель сырья регенератора размещен в нижней части зоны регенерации, теплообменник регенератора размещен в зоне регенерации, сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора размещен в зоне осаждения или за пределами оболочки регенератора, впускное отверстие сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие для катализатора сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне регенерации, выпускное отверстие для газа сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора соединено с выпускным отверстием для отходящего газа, и отгоночная колонна регенератора открывается в нижней части оболочки регенератора; при этом нижняя часть реакторной отгоночной колонны оборудована впускным отверстием реактора для отдувочного газа, нижняя часть реакторной отгоночной колонны соединена с впускным отверстием наклонной трубы для отработанного

катализатора, скользящий клапан для отработанного катализатора расположен в наклонной трубе для отработанного катализатора, выпускное отверстие наклонной трубы для отработанного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы для отработанного катализатора, нижняя часть подъемной трубы для отработанного катализатора оборудована впускным отверстием для несущего газа для отработанного катализатора, и выпускное отверстие подъемной трубы для отработанного катализатора соединено с секцией осаждения регенератора с псевдооживленным слоем; нижняя часть отгоночной колонны регенератора оборудована впускным отверстием регенератора для отдувочного газа, нижняя часть отгоночной колонны регенератора соединена с впускным отверстием наклонной трубы для регенерированного катализатора, скользящий клапан для регенерированного катализатора расположен в наклонной трубе для регенерированного катализатора, выпускное отверстие наклонной трубы для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы для регенерированного катализатора, нижняя часть подъемной трубы для регенерированного катализатора оборудована впускным отверстием для несущего газа для регенерированного катализатора, и выпускное отверстие подъемной трубы для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз; нижняя часть отгоночной колонны регенератора дополнительно соединена с впускным отверстием наклонной трубы для каталитического крекинга, и скользящий клапан для каталитического крекинга расположен в наклонной трубе для каталитического крекинга, причем катализатор содержит молекулярное сито SAPO, и n реакторных распределителей сырья расположены в реакционной зоне снизу вверх, и $0 < n < 10$. Также предложен способ получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений, выбранных из метанола и диметилового эфира, выполняемый в устройстве, которое описано выше. Технический результат - повышение селективности пропилена и C4 углеводородов, а также повышение скорости реакции алкилирования этилена в процессе получения пропилена и C4 углеводородов из метанола, за счет чего повышается производственная мощность реакции на единицу объема. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 1 ил., 5 пр.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C07C 1/20 (2006.01)
C07C 4/06 (2006.01)
C07C 9/10 (2006.01)
C07C 11/06 (2006.01)
B01J 38/30 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C07C 1/20 (2019.08); C07C 4/06 (2019.08); C07C 9/10 (2019.08); C07C 11/06 (2019.08); B01J 38/30 (2019.08)

(21)(22) Application: **2019109421, 19.10.2016**(24) Effective date for property rights:
19.10.2016Registration date:
14.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **19.10.2016**(45) Date of publication: **14.07.2020** Bull. № 20(85) Commencement of national phase: **20.05.2019**(86) PCT application:
CN 2016/102561 (19.10.2016)(87) PCT publication:
WO 2018/072140 (26.04.2018)Mail address:
190000, Sankt-Peterburg, BOKS-1125

(72) Inventor(s):

**E, Mao (CN),
CHZHAN, Tao (CN),
KHE, Chantsin (CN),
CHZHAN, Tszinlin (CN),
VAN, Syangao (CN),
TAN, Khajlun (CN),
TSZYA, Tszinmin (CN),
CHZHAO, Infen (CN),
LIU, Chzhunmin (CN)**

(73) Proprietor(s):

**DALYAN INSTITYUT OF KEMIKAL FIZIKS,
CHAJNIZ AKADEMI OF SAJENSEZ (CN)**

(54) **METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING PROPENE AND C4 HYDROCARBONS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: disclosed is a device for producing propylene and C4 hydrocarbons from oxygen-containing compounds selected from methanol and dimethyl ether, containing: reactor with a turbulent fluidised bed, comprising a reactor shell, n reactor feed distributors, a gaseous and solid phase reactor separator 1, a gaseous and solid phase reactor separator 2, a reactor heat exchanger, an outlet hole for the gaseous product and a reactor stripping column, wherein the lower part of the reactor with the turbulent fluidised bed is a reaction zone, the upper part of the reactor with the turbulent fluidised bed is a deposition zone, n reactor feed distributors are located in the reaction zone, the reactor heat exchanger is located in the reaction zone, the gaseous and solid phases reactor separator 1 and the gaseous and solid phases reactor separator 2 are located in the deposition zone or outside the reactor shell, inlet

of reactor separator 1 of gaseous and solid phases is connected to lifting pipe for regenerated catalyst, outlet hole for catalyst of reactor separator 1 of gaseous and solid phases is located in lower part of reaction zone, outlet hole for gas of reactor separator 1 of gaseous and solid phases is located in settling zone, inlet of reactor separator 2 of gaseous and solid phases is located in zone of deposition, outlet for catalyst of catalyst separator 2 of gaseous and solid phases is placed in reaction zone, outlet hole for gas of reactor separator 2 of gaseous and solid phases is connected to outlet hole for gaseous product, and the reactor stripping column passes through the reactor shell from the outside to the inside in the lower part of the reactor with the turbulent fluidised bed and opens in the reaction zone of the reactor with the turbulent fluidised bed; catalytic cracking lifting pipe, wherein lower part of lifting pipe for catalytic cracking is connected to outlet hole of

inclined pipe for catalytic cracking and is equipped with inlet hole for hydrocarbons with 5 or more carbon atoms, and outlet hole of lifting pipe for catalytic cracking is connected to reactor settling zone with turbulent fluidised bed; regenerator with a fluidised bed, comprising regenerator casing, regenerator material distributor, separator of gaseous and solid phases of regenerator, heat exchanger of regenerator, outlet hole for waste gas and regenerator column, at that, lower part of regenerator with fluidised bed is zone of regeneration, upper part of regenerator with fluidised bed is a deposition zone, regenerator material distributor is arranged in the regeneration zone lower part, the regenerator heat exchanger is located in the regeneration zone, the regenerator gaseous and solid phases separator is placed in the deposition zone or outside the regenerator casing, inlet of separator of gaseous and solid phases of regenerator is located in deposition zone, outlet hole for catalyst of separator of gaseous and solid phases of regenerator is located in regeneration zone, outlet hole for gas of separator of gaseous and solid phases of regenerator is connected to outlet hole for exhaust gas, and regenerator stripping column opens in lower part of regenerator casing; wherein lower part of reactor stripping column is equipped with outlet of stripping gas reactor, lower part of reactor stripping column is connected to inlet hole of inclined pipe for spent catalyst, sliding valve for spent catalyst is located in inclined pipe for spent catalyst, outlet hole of inclined pipe for spent catalyst is connected to inlet hole of lifting pipe for spent catalyst, lower part of lifting pipe for spent catalyst is equipped with inlet hole for carrying

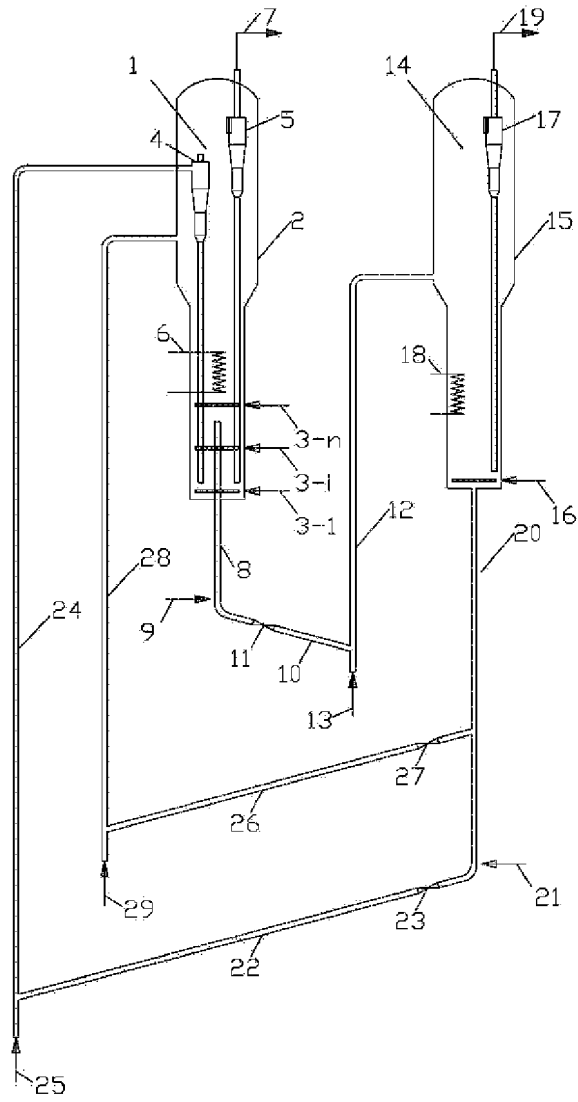
gas for spent catalyst, and outlet hole of lifting pipe for spent catalyst is connected to section of deposition of regenerator with fluidised bed; lower part of the regenerator stripping column is equipped with an outlet of the regenerator for the stripping gas, the lower part of the regenerator stripping column is connected to the inlet of the inclined pipe for the regenerated catalyst, sliding valve for the regenerated catalyst is located in the inclined pipe for the regenerated catalyst, the outlet hole of the inclined pipe for the regenerated catalyst is connected to the inlet opening of the lifting pipe for the regenerated catalyst, lower part of lifting pipe for regenerated catalyst is equipped with inlet hole for carrying gas for regenerated catalyst, and outlet hole of lifting pipe for regenerated catalyst is connected to inlet hole of reactor separator 1 of gaseous and solid phases; lower part of regenerator stripper is further connected to inlet of inclined pipe for catalytic cracking, and sliding valve for catalytic cracking is located in inclined pipe for catalytic cracking, wherein the catalyst contains SAPO molecular sieve, and n reactor feed distributors are located in the reaction zone from bottom to top, and $0 < n < 10$. Also disclosed is a method of producing propylene and C4 hydrocarbons from oxygen-containing compounds selected from methanol and dimethyl ether, carried out in the device described above.

EFFECT: high selectivity of propylene and C4 hydrocarbons, as well as high rate of alkylation reaction of ethylene during production of propylene and C4 hydrocarbons from methanol, thereby increasing production capacity of reaction per unit volume.

12 cl, 1 dwg, 5 ex

R U
2 7 2 6 4 8 3
C 1

R U
2 7 2 6 4 8 3
C 1



Фиг. 1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к области химического катализа, в частности, к способу и устройству для получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Пропилен и бутадиен являются важными химическими сырьевыми материалами, которые обычно получают в результате крекинга нефти и парового крекинга. Основными источниками пропилена являются совместное производство этилена с пропиленом и побочный продукт нефтепереработки. Основным источником бутадиена является дальнейшая обработка C4 побочного продукта, полученного в процессе крекинга этилена. В последние годы быстро развиваются технологии превращения метанола в олефины (МТО), метанола в пропилен (МТР), дегидрирования этана с получением этилена и дегидрирования пропана с получением пропилена. В мировом производстве олефинов существует очевидная тенденция облегчения сырьевого материала, что приведет к дефициту ресурсов C4. Следовательно, для удовлетворения рыночного спроса необходимо разработать способ, позволяющий получать пропилен и C4 олефины с высокой селективностью.

В Германии компанией LURGI AG была разработана технология превращения метанола в олефин с применением неподвижного слоя (WO 2004/018089). Согласно этой технологии для проведения реакции превращения метанола в олефин в реакторе с неподвижным слоем использовали катализатор ZSM-5 на основе молекулярного сита от компании Sud-Chemie AG. Селективность пропилена приближалась к 70%, при этом побочными продуктами были этилен, сжиженный нефтяной газ и бензин.

Согласно технологии DMTO, разработанной Институтом химической физики в

Далянь (Dalian Institute of Chemical Physics), в качестве катализатора использовали молекулярное сито SAPO, реактор с плотнофазным циркулирующим псевдоожиженным слоем и водный раствор метанола в качестве сырьевого материала. Выход этилена и пропилена в продукте составлял примерно 80%, при этом в качестве побочных продуктов было получено более 10% C4 углеводородов.

В патенте CN 104098429 А раскрыт способ получения пропилена и C4 углеводородов из метанола в циркулирующем псевдоожиженном слое с применением катализатора ZSM-5. Особенности указанного способа состоят в том, что сырьевой материал метанол и большую часть C1, C2 и C5 углеводородов в продукте совместно направляют в реактор с циркулирующим псевдоожиженным слоем, при этом пропилен, C4 углеводороды, углеводороды C6 и выше и побочные продукты извлекают в виде конечных продуктов.

В патенте CN 101177374 В раскрыт способ получения олефинов из метанола или диметилового эфира. Предложенный способ включает превращение метанола или диметилового эфира, алкилирование этилена и метанола и каталитический крекинг компонентов, более тяжелых, чем C4. Катализатор 1 используют для превращения метанола или диметилового эфира и алкилирования этилена и метанола в одном реакторе и катализатор 2 используют для каталитического крекинга компонентов, более тяжелых, чем C4, в другом реакторе.

Способы, раскрытые в патентах CN 104098429 А и CN 101177374 В, имеют общую особенность, то есть селективность целевых продуктов (пропилена и C4) повышают за счет рециркуляции легких фракций (углеводородов с углеродным числом не более 2). Алкилирование этилена с помощью метанола является основной реакцией в реакции рециркуляции легких фракций, упомянутых выше.

Кислые катализаторы на основе молекулярного сита можно использовать как в реакции МТО (превращения метанола в олефины), так и при алкилировании олефинов. Однако скорость реакции МТО гораздо выше, чем скорость алкилирования олефинов. Авторы изобретения обнаружили, что свежий катализатор SAPO имеет высокую
5 активность, которая более выгодна для алкилирования олефинов. После осаждения углерода катализатора скорость реакции алкилирования олефинов будет быстро уменьшаться.

Метанол представляет собой не только сырьевой материал для алкилирования олефинов, но также сырьевой материал для реакции МТО. Следовательно,
10 алкилирование олефинов обязательно сопровождается реакцией МТО. Реакция МТО приведет к осаждению углерода и снижению активности катализатора, что, соответственно, будет замедлять алкилирование олефинов. Увеличение скорости алкилирования олефинов может уменьшить содержание легких фракций в газообразном продукте и, таким образом, производственная мощность реактора на единицу объема
15 может быть увеличена.

Способы, раскрытые в патентах CN 104098429 A и CN 101177374 B, не относятся к конструкции реактора, не разъясняют режимы потока катализатора и сырьевого материала и распределение сырьевых материалов в реакторе. В способе, раскрытом в патенте CN 101177374 B, используют катализатор SAPO. Примеры показывают, что
20 массовое отношение метанола к легким фракциям составляет 1:10-20. Таким образом, можно видеть, что содержание легких фракций является очень высоким и производственная мощность реактора на единицу объема является очень низкой. Катализатор ZSM-5 используют в способе, раскрытом в патенте CN 104098429 A. Содержание углеводородов C₆ и выше в продукте является относительно высоким. В
25 указанном способе не раскрыто содержание легких фракций в газообразном продукте.

Получение пропилена и C₄ углеводородов с помощью метанола и/или диметилового эфира в качестве сырьевых материалов обязательно приведет к одновременному получению некоторого количества углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Углеводороды с 5 или более углеродными атомами имеют более низкую промышленную
30 ценность и могут быть превращены посредством каталитического крекинга в этилен, пропилен, C₄ углеводороды и т.п. в целях повышения селективности пропилена и C₄-углеводородов.

Из приведенного выше анализа можно видеть, что основными реакциями для получения пропилена и C₄ углеводородов из метанола являются реакция МТО и
35 алкилирование олефинов. Соответственно, ключ к улучшению селективности пропилена и C₄ углеводородов лежит в структуре катализатора и конструкции реактора. Избежание ингибирования реакции МТО для алкилирования олефинов путем оптимизации конструкции реактора является одним из важных способов улучшения экономических показателей превращения метанола в пропилен и C₄-углеводороды.

40 РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

С учетом проблемы низкой скорости реакции алкилирования этилена в настоящем изобретении предложены новые способ и устройство для повышения скорости реакции алкилирования этилена в процессе получения пропилена и C₄ углеводородов из метанола. Указанный способ, используемый в производстве пропилена и C₄
45 углеводородов из кислородсодержащих соединений, имеет преимущества, состоящие в высоком выходе пропилена и C₄ углеводородов и хороших производственных экономических показателях.

Для решения указанных выше задач в одном из аспектов настоящего изобретения

предложено устройство для получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений, содержащее:

- а) реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, содержащий оболочку (2) реактора, n реакторных распределителей (3-1~3- n) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 (5) газообразной и твердой фаз, реакторный теплообменник (6), выпускное отверстие (7) для газообразного продукта и отгонную колонну (8) реактора, при этом нижняя часть реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой реакционную зону, верхняя часть реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения, n реакторных распределителей (3-1~3- n) сырья расположены в реакционной зоне (предпочтительно, n реакторных распределителей сырья расположены в реакционной зоне снизу вверх и $0 < n < 10$), реакторный теплообменник (6) расположен в реакционной зоне, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз и реакторный сепаратор 2 (5) газообразной и твердой фаз размещены в зоне осаждения или за пределами оболочки (2) реактора, впускное отверстие реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз соединено с подъемной трубой (24) для регенерированного катализатора, выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз расположено в нижней части реакционной зоны, выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения, впускное отверстие реакторного сепаратора 2 (5) газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 2 (5) газообразной и твердой фаз размещено в реакционной зоне, выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 2 (5) газообразной и твердой фаз соединено с выпускным отверстием (7) для газообразного продукта и реакторная отгонная колонна (8) проходит через оболочку (2) реактора снаружи вовнутрь в нижней части реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем и открывается в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем (предпочтительно, горизонтальная высота отверстия реакторной отгонной колонны в оболочке реактора выше $1/10$ высоты реакционной зоны);
- б) подъемную трубу (28) для каталитического крекинга, нижняя часть подъемной трубы (28) для каталитического крекинга соединена с выпускным отверстием наклонной трубы (26) для каталитического крекинга и оборудована впускным отверстием для углеводородов с 5 или более углеродными атомами (29) и выпускное отверстие подъемной трубы (28) для каталитического крекинга соединено с зоной осаждения реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем;
- в) регенератор (14) с псевдооживленным слоем, содержащий оболочку (15) регенератора, распределитель (16) сырья регенератора, сепаратор (17) газообразной и твердой фаз регенератора, теплообменник (18) регенератора, выпускное отверстие (19) для отходящего газа и отгонную колонну (20) регенератора, при этом нижняя часть регенератора (14) с псевдооживленным слоем представляет собой зону регенерации, верхняя часть регенератора (14) с псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения, распределитель (16) сырья регенератора размещен в нижней части зоны регенерации, теплообменник (18) регенератора размещен в зоне регенерации, сепаратор (17) газообразной и твердой фаз регенератора размещен в зоне осаждения или за пределами оболочки (15) регенератора, впускное отверстие сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие для катализатора сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне регенерации, выпускное отверстие для газа сепаратора (17) газообразной и

твердой фаз регенератора соединено с выпускным отверстием (19) для отходящего газа и отгоночная колонна (20) регенератора открывается в нижней части оболочки (15) регенератора;

5 d) нижняя часть реакторной отгоночной колонны (8) оборудована впускным отверстием (9) реактора для отдувочного газа, нижняя часть реакторной отгоночной колонны (8) соединена с впускным отверстием наклонной трубы (10) для отработанного катализатора, скользящий клапан (11) для отработанного катализатора расположен в наклонной трубе (10) для отработанного катализатора, выпускное отверстие наклонной трубы (10) для отработанного катализатора соединено с впускным
10 отверстием подъемной трубы (12) для отработанного катализатора, нижняя часть подъемной трубы (12) для отработанного катализатора оборудована впускным отверстием (13) для несущего газа для отработанного катализатора и выпускное отверстие подъемной трубы (12) для отработанного катализатора соединено с секцией осаждения регенератора (14) с псевдооживленным слоем;

15 e) нижняя часть отгоночной колонны (20) регенератора оборудована впускным отверстием (21) регенератора для отдувочного газа, нижняя часть отгоночной колонны (20) регенератора соединена с впускным отверстием наклонной трубы (22) для регенерированного катализатора, скользящий клапан (23) для регенерированного катализатора расположен в наклонной трубе (22) для регенерированного катализатора,
20 выпускное отверстие наклонной трубы (22) для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы (24) для регенерированного катализатора, нижняя часть подъемной трубы (24) для регенерированного катализатора оборудована впускным отверстием (25) для несущего газа для регенерированного катализатора и выпускное отверстие подъемной трубы (24) для регенерированного
25 катализатора соединено с впускным отверстием реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз;

нижняя часть отгоночной колонны (20) регенератора дополнительно соединена с впускным отверстием наклонной трубы (26) для каталитического крекинга и скользящий клапан (27) для каталитического крекинга расположен в наклонной трубе для
30 каталитического крекинга.

В другом аспекте настоящего изобретения предложен способ получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений, включающий:

a) подачу сырьевого материала, содержащего кислородсодержащее соединение, из n реакторных распределителей (3-1~3-n) сырья в реакционную зону реактора (1) с
35 турбулентным псевдооживленным слоем и приведение сырьевого материала в контакт с катализатором с образованием потока, содержащего продукт в виде пропилена и C4 углеводородов и отработанный катализатор, содержащий углерод;

b) регенерацию отработанного катализатора с помощью регенератора (14) с псевдооживленным слоем с получением регенерированного катализатора, при этом
40 после разделения газообразной и твердой фаз с помощью реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз часть регенерированного катализатора подают в нижнюю часть реакционной зоны реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем и другую часть регенерированного катализатора подают в подъемную трубу (28) для каталитического крекинга через наклонную трубу (26) для каталитического
45 крекинга;

c) направление потока, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем и содержащего продукт в виде пропилена и C4 углеводородов, в систему разделения продуктов с получением пропилена, C4 углеводородов, легких

фракций, пропана и углеводородов с 5 или более углеродными атомами после разделения, при этом легкие фракции содержат более 90% масс. этилена и небольшое количество метана, этана, водорода, СО и СО₂, возврат 70% масс. или более легких фракций из реакторного распределителя (3-1) сырья в самой нижней части реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем в реакционную зону реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем для взаимодействия этилена и кислородсодержащих соединений с осуществлением реакции алкилирования в присутствии катализатора с получением продукта, содержащего пропилен, и извлечение менее 30% масс. легких фракций в качестве побочного продукта;

d) подачу 80% масс. или более углеводородов с 5 или более углеродными атомами, выходящих из системы разделения, в подъемную трубу (28) для каталитического крекинга через впускное отверстие для углеводородов с 5 или более углеродными атомами (29), для приведения в контакт с параллельным потоком регенерированного катализатора, выходящим из наклонной трубы (26) для каталитического крекинга, для проведения реакции крекинга с образованием потока, содержащего пропилен и С₄ углеводороды и углеродсодержащий катализатор, затем подачу потока, содержащего пропилен и С₄ углеводороды и углеродсодержащий катализатор, в зону осаждения реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем через выпускное отверстие подъемной трубы (28) для каталитического крекинга и извлечение менее 20% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами в качестве побочного продукта.

Способ, предложенный в настоящем изобретении, предпочтительно выполняют с применением устройства для получения пропилена и С₄ углеводородов из кислородсодержащих соединений согласно первому аспекту, при этом

отработанный катализатор проходит в секцию осаждения регенератора (14) с псевдооживленным слоем через реакторную отгоночную колонну (8), наклонную трубу (10) для отработанного катализатора, скользящий клапан (11) для отработанного катализатора и подъемную трубу (12) для отработанного катализатора;

регенерационное средство поступает в зону регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем из распределителя (16) сырья регенератора, регенерационное средство взаимодействует с отработанным катализатором с осуществлением кальцинирования с получением отходящего газа, содержащего СО и СО₂, и регенерированного катализатора, при этом отходящий газ сбрасывают после удаления пыли с помощью сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора;

часть регенерированного катализатора проходит во впускное отверстие реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз через отгоночную колонну (20) регенератора, наклонную трубу (22) для регенерированного катализатора, скользящий клапан (23) для регенерированного катализатора и подъемную трубу (24) для регенерированного катализатора и после разделения газообразной и твердой фаз поступает в нижнюю часть реакционной зоны реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем; другая часть регенерированного катализатора проходит в подъемную трубу (28) для каталитического крекинга через отгоночную колонну (20) регенератора, наклонную трубу (26) для каталитического крекинга и скользящий клапан (27) для каталитического крекинга;

реакторный отдувочный газ поступает в реакторную отгоночную колонну (8) через впускное отверстие (9) реактора для отдувочного газа и вступает в контакт со встречным потоком отработанного катализатора и затем поступает в реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем; несущий газ для отработанного катализатора поступает в подъемную трубу (12) для отработанного катализатора через впускное отверстие (13)

для несущего газа для отработанного катализатора и вступает в контакт с параллельным потоком отработанного катализатора и затем поступает в секцию осаждения регенератора (14) с псевдооживленным слоем;

5 отдувочный газ регенератора поступает в отгоночную колонну (20) регенератора через впускное отверстие (21) регенератора для отдувочного газа и вступает в контакт с противоположным потоком регенерированного катализатора и затем поступает в регенератор (14) с псевдооживленным слоем; несущий газ для регенерированного катализатора поступает в подъемную трубу (24) для регенерированного катализатора
10 через впускное отверстие (25) для несущего газа для регенерированного катализатора и вступает в контакт с параллельным потоком регенерированного катализатора и затем поступает во впускное отверстие реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз.

В настоящем изобретении основные особенности реактора с турбулентным псевдооживленным слоем состоят в том, что легкие фракции поступают из реакторного
15 распределителя сырья в самой нижней части, кислородсодержащее соединение поступает из n реакторных распределителей сырья, соответственно, и регенерированный катализатор поступает непосредственно в нижнюю часть реакционной зоны. С одной стороны, в нижней части реакционной зоны катализатор имеет высокую активность, что является выгодным с точки зрения алкилирования этилена, пропилена и метанола;
20 с другой стороны, из-за многостадийной подачи кислородсодержащих соединений удается избежать случая, когда большая часть реакций превращения кислородсодержащих соединений выполняется в небольшой области нижней части реакционной зоны, так что концентрация кислородсодержащих соединений является более равномерной в большей части реакционной зоны, что ослабляет ингибирование
25 реакции МТО для алкилирования олефинов. Соответственно, в настоящем изобретении реактор с турбулентным псевдооживленным слоем может эффективно улучшать скорость реакции алкилирования олефинов, при этом производственная мощность реактора на единицу объема является высокой.

В настоящем изобретении основные особенности подъемной трубы для
30 каталитического крекинга состоят в том, что выпускное отверстие подъемной трубы для каталитического крекинга непосредственно соединено с зоной осаждения реактора с турбулентным псевдооживленным слоем, а подъемная труба для каталитического крекинга и реактор с турбулентным псевдооживленным слоем имеют общий сепаратор 2 газообразной и твердой фаз.

35 В настоящем изобретении регенератор с псевдооживленным слоем предпочтительно представляет собой регенератор с турбулентным псевдооживленным слоем.

В настоящем изобретении реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз и сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора предпочтительно представляют собой циклонные сепараторы.

40 В способе согласно настоящему изобретению в результате реакции МТО образуются этилен, пропилен и т.п., при этом при алкилировании олефинов расходуются этилен, пропилен и т.п. Поскольку скорость реакции алкилирования этилена является высокой, содержание легких фракций в газообразном продукте является низким, и циркулирующее количество легких фракций является низким. В способе согласно настоящему
45 изобретению циркулирующее количество легких фракций составляет от 5 до 40% масс. относительно подаваемого количества кислородсодержащего соединения.

В способе согласно настоящему изобретению в системе циркулируют углеводороды с 5 или более углеродными атомами, при этом циркулирующее количество

углеводородов с 5 или более углеродными атомами составляет от 2 до 20% масс. относительно подаваемого количества кислородсодержащего соединения.

В способе согласно настоящему изобретению в системе циркулируют 70% масс. или более легких фракций и 80% масс. или более углеводородов с 5 или более углеродными атомами, при этом скорость высвобождения легких фракций и углеводородов с 5 или более углеродными атомами влияет на состав газообразного продукта в равновесном состоянии. В равновесном состоянии газообразный продукт состоит из от 20 до 50% масс. пропилена, от 15 до 40% масс. C4 углеводородов, от 10 до 45% масс. легких фракций, от 0 до 5% масс. пропана и от 5 до 20% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Легкие фракции содержат более 90% масс., например, >95% масс. этилена, при этом другие компоненты включают метан, этан, водород, CO и CO₂.

Согласно предпочтительному варианту реализации катализатор содержит молекулярное сито SAPO, при этом указанный катализатор одновременно выполняет функции превращения метанола в олефины, алкилирования олефинов и каталитического крекинга.

Согласно предпочтительному варианту реализации содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет менее 2% масс. и еще более предпочтительно содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет менее 0,5% масс.

Согласно предпочтительному варианту реализации содержание углерода в отработанном катализаторе составляет от 5 до 12% масс. и еще более предпочтительно содержание углерода в отработанном катализаторе составляет от 5 до 10% масс.

Согласно предпочтительному варианту реализации условия реакции в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет от 0,1 м/с до 2 м/с, температура реакции составляет от 300°C до 550°C, давление реакции составляет от 100 кПа до 500 кПа и плотность слоя составляет от 200 кг/м³ до 1200 кг/м³.

Согласно предпочтительному варианту реализации условия реакции в подъемной трубе (28) для каталитического крекинга следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет от 2,0 м/с до 10,0 м/с, температура реакции составляет от 400°C до 750°C, давление реакции составляет от 100 кПа до 500 кПа и плотность слоя составляет от 30 кг/м³ до 300 кг/м³.

Согласно предпочтительному варианту реализации условия реакции в зоне регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет от 0,1 м/с до 2 м/с, температура регенерации составляет от 500°C до 750°C, давление регенерации составляет от 100 кПа до 500 кПа и плотность слоя составляет от 200 кг/м³ до 1200 кг/м³.

Согласно предпочтительному варианту реализации кислородсодержащее соединение представляет собой метанол и/или диметилловый эфир; и/или регенерационное средство представляет собой любое средство, выбранное из воздуха, воздуха с низким содержанием кислорода или водяного пара или их смеси; и/или реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой водяной пар или азот.

ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Фигура 1 представляет собой схем++у устройства для получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений согласно одному из вариантов реализации настоящего изобретения.

Ниже приведены позиционные обозначения на указанной фигуре:

1 - реактор с турбулентным псевдооживленным слоем; 2 - оболочка реактора; 3 - реакторные распределители (3-1~3-n) сырья; 4 - реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз; 5 - реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз; 6 - реакторный теплообменник; 7 - выпускное отверстие для газообразного продукта; 8 - реакторная отгоночная колонна; 9 - впускное отверстие реактора для отдувочного газа; 10 - наклонная труба для отработанного катализатора; 11 - скользящий клапан для отработанного катализатора; 12 - подъемная труба для отработанного катализатора; 13 - впускное отверстие для несущего газа для отработанного катализатора; 14 - регенератор с псевдооживленным слоем; 15 - оболочка регенератора; 16 распределитель сырья регенератора; 17 - сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора; 18 - теплообменник регенератора; 19 - выпускное отверстие для отходящего газа; 20 - отгоночная колонна регенератора; 21 - впускное отверстие регенератора для отдувочного газа; 22 - наклонная труба для регенерированного катализатора; 23 - скользящий клапан для регенерированного катализатора; 24 - подъемная труба для регенерированного катализатора; 25 - впускное отверстие для несущего газа для регенерированного катализатора; 26 - наклонная труба для каталитического крекинга; 27 - скользящий клапан для каталитического крекинга; 28 - подъемная труба для каталитического крекинга; 29 - впускное отверстие для углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ

Согласно конкретному варианту реализации схема предложенного в настоящем изобретении устройства для получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений показана на фиг. 1, на которой:

а) реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, содержащий оболочку (2) реактора, n реакторных распределителей (3-1~3-n) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 (5) газообразной и твердой фаз, реакторный теплообменник (6), выпускное отверстие (7) для газообразного продукта и отгоночную колонну (8) реактора, при этом нижняя часть реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой реакционную зону, верхняя часть реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения, n реакторных распределителей (3-1~3-n) сырья расположены в реакционной зоне снизу вверх и $0 < n < 10$, реакторный теплообменник (6) расположен в реакционной зоне, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз и реакторный сепаратор 2 (5) газообразной и твердой фаз размещены в зоне осаждения или за пределами оболочки (2) реактора, впускное отверстие реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз соединено с подъемной трубой (24) для регенерированного катализатора, выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз расположено в нижней части реакционной зоны, выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения, впускное отверстие реакторного сепаратора 2 (5) газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 2 (5) газообразной и твердой фаз размещено в реакционной зоне, выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 2 (5) газообразной и твердой фаз соединено с выпускным отверстием (7) для газообразного продукта и впускное отверстие реакторной отгоночной колонны (8) находится в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, при этом горизонтальная высота указанного отверстия выше 1/10 высоты реакционной зоны;

б) подъемную трубу (28) для каталитического крекинга, нижняя часть подъемной трубы (28) для каталитического крекинга оборудована впускным отверстием для углеводородов с 5 или более углеродными атомами (29), выпускное отверстие подъемной трубы (28) для каталитического крекинга соединено с зоной осаждения реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, впускное отверстие подъемной трубы (28) для каталитического крекинга соединено с выпускным отверстием наклонной трубы (26) для каталитического крекинга, скользящий клапан (27) для каталитического крекинга расположен в наклонной трубе (26) для каталитического крекинга и впускное отверстие наклонной трубы (26) для каталитического крекинга соединено с отгоночной колонной (20) регенератора;

в) регенератор (14) с псевдооживленным слоем, содержащий оболочку (15) регенератора, распределитель (16) сырья регенератора, сепаратор (17) газообразной и твердой фаз регенератора, теплообменник (18) регенератора, выпускное отверстие (19) для отходящего газа и отгоночную колонну (20) регенератора, при этом нижняя часть регенератора (14) с псевдооживленным слоем представляет собой зону регенерации, верхняя часть регенератора (14) с псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения, распределитель (16) сырья регенератора размещен в нижней части зоны регенерации, теплообменник (18) регенератора размещен в зоне регенерации, сепаратор (17) газообразной и твердой фаз регенератора размещен в зоне осаждения или за пределами оболочки (15) регенератора, впускное отверстие сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне осаждения, выпускное отверстие для катализатора сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне регенерации, выпускное отверстие для газа сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора соединено с выпускным отверстием (19) для отходящего газа и впускное отверстие отгоночной колонны (20) регенератора соединено с нижней частью оболочки (15) регенератора;

г) нижняя часть реакторной отгоночной колонны (8) оборудована впускным отверстием (9) реактора для отдувочного газа, нижняя часть реакторной отгоночной колонны (8) соединена с впускным отверстием наклонной трубы (10) для отработанного катализатора, скользящий клапан (11) для отработанного катализатора расположен в наклонной трубе (10) для отработанного катализатора, выпускное отверстие наклонной трубы (10) для отработанного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы (12) для отработанного катализатора, нижняя часть подъемной трубы (12) для отработанного катализатора оборудована впускным отверстием (13) для несущего газа для отработанного катализатора и выпускное отверстие подъемной трубы (12) для отработанного катализатора соединено с секцией осаждения регенератора (14) с псевдооживленным слоем;

д) нижняя часть отгоночной колонны (20) регенератора оборудована впускным отверстием (21) регенератора для отдувочного газа, нижняя часть отгоночной колонны (20) регенератора соединена с впускным отверстием наклонной трубы (22) для регенерированного катализатора, скользящий клапан (23) для регенерированного катализатора расположен в наклонной трубе (22) для регенерированного катализатора, выпускное отверстие наклонной трубы (22) для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы (24) для регенерированного катализатора, нижняя часть подъемной трубы (24) для регенерированного катализатора оборудована впускным отверстием (25) для несущего газа для регенерированного катализатора и выпускное отверстие подъемной трубы (24) для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием реакторного сепаратора 1 (4)

газообразной и твердой фаз.

Согласно описанному выше варианту реализации регенератор (14) с псевдооживленным слоем может представлять собой регенератор с турбулентным псевдооживленным слоем; реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 (5) газообразной и твердой фаз и сепаратор (17) газообразной и твердой фаз регенератора могут представлять собой циклонные сепараторы.

Согласно конкретному варианту реализации предложенный в настоящем изобретении способ получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений включает следующие стадии:

а) подачу сырьевого материала, содержащего кислородсодержащие соединения, из n реакторных распределителей (3-1~3- n) сырья в реакционную зону реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем и приведение сырьевого материала в контакт с катализатором с образованием потока, содержащего продукт в виде пропилена и C4 углеводородов и отработанный катализатор, содержащий углерод;

б) направление потока, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем и содержащего продукт в виде пропилена и C4 углеводородов, в систему разделения продуктов с получением пропилена, C4 углеводородов, легких фракций, пропана и углеводородов с 5 или более углеродными атомами после разделения, при этом легкие фракции содержат более 90% масс. этилена и небольшое количество метана, этана, водорода, CO и CO₂, возврат 70-98% масс. легких фракций из реакторного распределителя (3-1) сырья в самой нижней части реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем в реакционную зону реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем для взаимодействия этилена и кислородсодержащих соединений с осуществлением реакции алкилирования в присутствии катализатора с получением продукта, содержащего пропилен, и извлечение менее 30% масс. легких фракций в качестве побочного продукта;

в) подачу 80% масс. или более углеводородов с 5 или более углеродными атомами, выходящих из системы разделения, в подъемную трубу (28) для каталитического крекинга через впускное отверстие для углеводородов с 5 или более углеродными атомами (29), для приведения в контакт с параллельным потоком регенерированного катализатора, выходящим из наклонной трубы (26) для каталитического крекинга, для проведения реакции крекинга с образованием потока, содержащего пропилен и C4 углеводороды и углеродсодержащий катализатор, затем подачу потока, содержащего пропилен и C4 углеводороды и углеродсодержащий катализатор, в зону осаждения реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем через выпускное отверстие подъемной трубы (28) для каталитического крекинга и извлечение менее 20% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами в качестве побочного продукта;

г) отработанный катализатор проходит в секцию осаждения регенератора (14) с псевдооживленным слоем через реакторную отгонную колонну (8), наклонную трубу (10) для отработанного катализатора, скользящий клапан (11) для отработанного катализатора и подъемную трубу (12) для отработанного катализатора;

д) регенерационное средство поступает в зону регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем из распределителя (16) сырья регенератора, регенерационное средство взаимодействует с отработанным катализатором с осуществлением кальцинирования с получением отходящего газа, содержащего CO и CO₂, и регенерированного катализатора, при этом отходящий газ сбрасывают после удаления пыли с помощью сепаратора (17) газообразной и твердой фаз регенератора;

е) часть регенерированного катализатора проходит во впускное отверстие

реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз через отгоночную колонну (20) регенератора, наклонную трубу (22) для регенерированного катализатора, скользящий клапан (23) для регенерированного катализатора и подъемную трубу (24) для регенерированного катализатора и после разделения газообразной и твердой фаз
 5 поступает в нижнюю часть реакционной зоны реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем; другая часть регенерированного катализатора проходит в подъемную трубу (28) для каталитического крекинга через отгоночную колонну (20) регенератора, наклонную трубу (26) для каталитического крекинга и скользящий клапан (27) для каталитического крекинга;

10 д) реакторный отдувочный газ поступает в реакторную отгоночную колонну (8) через впускное отверстие (9) реактора для отдувочного газа и вступает в контакт со встречным потоком отработанного катализатора и затем поступает в реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем; несущий газ для отработанного катализатора
 15 поступает в подъемную трубу (12) для отработанного катализатора через впускное отверстие (13) для несущего газа для отработанного катализатора и вступает в контакт с параллельным потоком отработанного катализатора и затем поступает в секцию осаждения регенератора (14) с псевдооживленным слоем;

h) отдувочный газ регенератора поступает в отгоночную колонну (20) регенератора через впускное отверстие (21) регенератора для отдувочного газа и вступает в контакт
 20 с противоположным потоком регенерированного катализатора и затем поступает в регенератор (14) с псевдооживленным слоем; несущий газ для регенерированного катализатора поступает в подъемную трубу (24) для регенерированного катализатора через впускное отверстие (25) для несущего газа для регенерированного катализатора и вступает в контакт с параллельным потоком регенерированного катализатора и
 25 затем поступает во впускное отверстие реакторного сепаратора 1 (4) газообразной и твердой фаз.

Для лучшей иллюстрации настоящего изобретения и облегчения понимания технической схемы настоящего изобретения ниже приведены следующие сравнительные
 30 примеры и типичные, но не ограничивающие, примеры настоящего изобретения:

30 ПРИМЕР 1

Настоящий пример представляет собой сравнительный пример.

Используют устройство, показанное на фигуре 1, но реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем не содержит реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и
 35 твердой фаз и подъемная труба (24) для регенерированного катализатора непосредственно связана с зоной осаждения реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем.

Реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем содержит три реакторных распределителя (3-1~3-3) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз размещен за пределами оболочки (2) реактора и горизонтальная высота впускного
 40 отверстия реакторной отгоночной колонны (8) соответствует 1/2 высоте реакционной зоны. Условия реакции в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,0 м/с, температура реакции составляет примерно 450°C, давление реакции
 45 составляет примерно 150 кПа и плотность слоя составляет примерно 350 кг/м³.

Условия реакции в подъемной трубе (28) для каталитического крекинга следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 5,0 м/с, температура реакции составляет примерно 600°C, давление реакции составляет примерно 150 кПа и плотность
 50 слоя составляет примерно 50 кг/м³.

Условия реакции в зоне регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,0 м/с, температура регенерации составляет примерно 650°C, давление регенерации составляет примерно 150 кПа и плотность слоя составляет примерно 350 кг/м³.

Катализатор содержит молекулярное сито SAPO. Содержание углерода в отработанном катализаторе составляет примерно 7% и содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет примерно 0,2% масс.

Кислородсодержащее соединение представляет собой метанол и регенерационное средство представляет собой воздух; реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой водяной пар.

Циркулирующее количество легких фракций составляет 20% масс. относительно подаваемого количества метанола, при этом в системе циркулируют 71% масс. легких фракций. Циркулирующее количество углеводородов с 5 или более углеродными атомами составляет 12% масс. относительно подаваемого количества метанола, при этом в системе циркулируют 92% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

Состав газообразного продукта, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, следующий: 31% масс. пропилена, 19% масс. C4 углеводородов, 29% масс. легких фракций, 2% масс. пропана и 19% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Легкие фракции содержат 98% масс. этилена и 2% масс. метана, этана, водорода, CO, CO₂ и т.п.

Состав газообразного продукта, выгружаемого из системы разделения, следующий: 50% масс. пропилена, 31% масс. C4 углеводородов, 14% масс. легких фракций, 3% масс. пропана и 2% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

ПРИМЕР 2

Используют устройство, показанное на фиг. 1. Реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем содержит три реакторных распределителя (3-1~3-3) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз размещен за пределами оболочки (2) реактора и горизонтальная высота впускного отверстия реакторной отгонной колонны (8) соответствует 1/2 высоте реакционной зоны. Условия реакции в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,0 м/с, температура реакции составляет примерно 450°C, давление реакции составляет примерно 150 кПа и плотность слоя составляет примерно 350 кг/м³.

Условия реакции в подъемной трубе (28) для каталитического крекинга следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 5,0 м/с, температура реакции составляет примерно 600°C, давление реакции составляет примерно 150 кПа и плотность слоя составляет примерно 50 кг/м³.

Условия реакции в зоне регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,0 м/с, температура регенерации составляет примерно 650°C, давление регенерации составляет примерно 150 кПа и плотность слоя составляет примерно 350 кг/м³.

Катализатор содержит молекулярное сито SAPO. Содержание углерода в отработанном катализаторе составляет примерно 7% и содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет примерно 0,2% масс.

Кислородсодержащее соединение представляет собой метанол и регенерационное

средство представляет собой воздух; реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой водяной пар.

5 Циркулирующее количество легких фракций составляет 15% масс. относительно подаваемого количества метанола, при этом в системе циркулируют 98% масс. легких фракций. Циркулирующее количество углеводородов с 5 или более углеродными атомами составляет 12% масс. относительно подаваемого количества метанола, при этом в системе циркулируют 92% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

10 Состав газообразного продукта, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, следующий: 35% масс. пропилена, 23% масс. C4 углеводородов, 21% масс. легких фракций, 2% масс. пропана и 19% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Легкие фракции содержат 97% масс. этилена и 3% масс. метана, этана, водорода, CO, CO₂ и т.п.

15 Состав газообразного продукта, выгружаемого из системы разделения, следующий: 57% масс. пропилена, 37% масс. C4 углеводородов, 1% масс. легких фракций, 3% масс. пропана и 2% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

20 Настоящий пример отличается от примера 1 (сравнительного примера) только тем, что регенерированный катализатор поступает в нижнюю часть реактора с турбулентным псевдооживленным слоем и вступает в контакт сначала с легкими фракциями, тогда как в примере 1 регенерированный катализатор поступает в зону осаждения реактора с турбулентным псевдооживленным слоем. При сравнении настоящего примера с примером 1 можно видеть, что скорость превращения легких фракций может быть значительно улучшена при приведении катализатора сначала в контакт с легкими фракциями. В настоящем примере легкие фракции, удаляемые из системы разделения, составляют только 7% от легких фракций в сравнительном примере. Следовательно, устройство согласно настоящему изобретению эффективно повышает скорость реакции алкилирования этилена.

ПРИМЕР 3

30 Настоящий пример представляет собой сравнительный пример. Используют устройство, показанное на фигуре 1, но наклонная труба (26) для каталитического крекинга, скользящий клапан (27) для каталитического крекинга и подъемная труба (28) для каталитического крекинга не включены. Углеводороды с 5 или более углеродными атомами не подвергаются рециркуляции, но извлекаются непосредственно в качестве побочного продукта.

35 Реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем содержит четыре реакторных распределителя (3-1~3-4) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз размещен в зоне осаждения и горизонтальная высота впускного отверстия реакторной отгонной колонны (8) соответствует 3/4 высоты реакционной зоны. Условия реакции в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,2 м/с, температура реакции составляет примерно 360°C, давление реакции составляет примерно 200 кПа и плотность слоя составляет примерно 300 кг/м³.

45 Условия реакции в зоне регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,2 м/с, температура регенерации составляет примерно 700°C, давление регенерации составляет примерно 200 кПа и плотность слоя составляет примерно 300 кг/м³.

Катализатор содержит молекулярное сито SAPO. Содержание углерода в отработанном катализаторе составляет примерно 8% и содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет примерно 0,1% масс.

5 Кислородсодержащее соединение представляет собой метанол и регенерационное средство представляет собой воздух; реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой водяной пар.

10 Циркулирующее количество легких фракций составляет 16% масс. относительно подаваемого количества метанола, при этом в системе циркулируют 90% масс. легких фракций.

Состав газообразного продукта, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, следующий: 39% масс. пропилена, 25% масс. C4 углеводородов, 29% масс. легких фракций, 2% масс. пропана и 5% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Легкие фракции содержат 96% масс. этилена и 4% масс. метана, этана, водорода, CO, CO₂ и т.п.

Состав газообразного продукта, выгружаемого из системы разделения, следующий: 53% масс. пропилена, 33% масс. C4 углеводородов, 4% масс. легких фракций, 3% масс. пропана и 7% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

ПРИМЕР 4

20 Используют устройство, показанное на фиг. 1. Реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем содержит четыре реакторных распределителя (3-1~3-4) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз размещен в зоне осаждения, а горизонтальная высота впускного отверстия реакторной отгоночной колонны (8) соответствует 3/4 высоты реакционной зоны. Условия реакции в реакционной зоне
25 реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,2 м/с, температура реакции составляет примерно 360°C, давление реакции составляет примерно 200 кПа и плотность слоя составляет примерно 300 кг/м³.

30 Условия реакции в подъемной трубе (28) для каталитического крекинга следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 7,0 м/с, температура реакции составляет примерно 650°C, давление реакции составляет примерно 200 кПа и плотность слоя составляет примерно 40 кг/м³.

35 Условия реакции в зоне регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,2 м/с, температура регенерации составляет примерно 700°C, давление регенерации составляет примерно 200 кПа и плотность слоя составляет примерно 300 кг/м³.

40 Катализатор содержит молекулярное сито SAPO. Содержание углерода в отработанном катализаторе составляет примерно 8% и содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет примерно 0,1% масс.

Кислородсодержащее соединение представляет собой метанол и регенерационное средство представляет собой воздух; реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой водяной пар.

45 Циркулирующее количество легких фракций составляет 16% масс. относительно подаваемого количества метанола, при этом в системе циркулируют 90% масс. легких фракций. Циркулирующее количество углеводородов с 5 или более углеродными атомами составляет 4% масс. относительно подаваемого количества метанола, при

этом в системе циркулируют 95% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

Состав газообразного продукта, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, следующий: 34% масс. пропилена, 23% масс. C4 углеводородов, 25% масс. легких фракций, 2% масс. пропана и 16% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Легкие фракции содержат 96% масс. этилена и 4% масс. метана, этана, водорода, CO, CO₂ и т.п.

Состав газообразного продукта, выгружаемого из системы разделения, следующий: 55% масс. пропилена, 37% масс. C4 углеводородов, 4% масс. легких фракций, 3% масс. пропана и 1% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

Настоящий пример отличается от примера 3 (сравнительного примера) только тем, что углеводороды с 5 или более углеродными атомами подвергают рециркуляции. При сравнении настоящего примера с примером 3 можно видеть, что углеводороды с 5 или более углеродными атомами, выгружаемые из системы разделения, составляют в настоящем примере только 14% от углеводородов с 5 или более углеродными атомами в сравнительном примере. Следовательно, устройство согласно настоящему изобретению может эффективно превращать углеводороды с 5 или более углеродными атомами в пропилен и C4 углеводороды посредством каталитического крекинга.

ПРИМЕР 5

Используют устройство, показанное на фиг. 1. Реактор (1) с турбулентным псевдооживленным слоем содержит шесть реакторных распределителей (3-1~3-6) сырья, реакторный сепаратор 1 (4) газообразной и твердой фаз размещен в зоне осаждения и горизонтальная высота впускного отверстия реакторной отгоночной колонны (8) соответствует 5/6 высоты реакционной зоны. Условия реакции в реакционной зоне реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,5 м/с, температура реакции составляет примерно 420°C, давление реакции составляет примерно 250 кПа и плотность слоя составляет примерно 250 кг/м³.

Условия реакции в подъемной трубе (28) для каталитического крекинга следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 7,0 м/с, температура реакции составляет примерно 700°C, давление реакции составляет примерно 250 кПа и плотность слоя составляет примерно 40 кг/м³.

Условия реакции в зоне регенерации регенератора (14) с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет примерно 1,5 м/с, температура регенерации составляет примерно 700°C, давление регенерации составляет примерно 250 кПа и плотность слоя составляет примерно 250 кг/м³.

Катализатор содержит молекулярное сито SAPO. Содержание углерода в отработанном катализаторе составляет примерно 9% и содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет примерно 0,05% масс.

Кислородсодержащее соединение представляет собой диметиловый эфир и регенерационное средство представляет собой воздух с низким содержанием кислорода; реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой азот.

Циркулирующее количество легких фракций составляет 19% масс. относительно подаваемого количества диметилового эфира, при этом в системе циркулируют 85% масс. легких фракций. Циркулирующее количество углеводородов с 5 или более

углеродными атомами составляет 14% масс. относительно подаваемого количества диметилового эфира, при этом в системе циркулируют 90% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

5 Состав газообразного продукта, выгружаемого из реактора (1) с турбулентным псевдооживленным слоем, следующий: 35% масс. пропилена, 23% масс. C4 углеводородов, 23% масс. легких фракций, 3% масс. пропана и 16% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами. Легкие фракции содержат 96% масс. этилена и 4% масс. метана, этана, водорода, CO, CO₂ и т.п.

10 Состав газообразного продукта, выгружаемого из системы разделения, следующий: 53% масс. пропилена, 35% масс. C4 углеводородов, 5% масс. легких фракций, 5% масс. пропана и 2% масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами.

15 Настоящее изобретение было подробно описано выше. Однако настоящее изобретение не ограничено конкретными вариантами реализации, описанными в настоящем документе. Понятно, что в пределах объема настоящего изобретения специалистами в данной области техники могут быть сделаны любые небольшие изменения и модификации. Объем настоящего изобретения ограничен прилагаемой формулой изобретения.

(57) Формула изобретения

20 1. Устройство для получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений, выбранных из метанола и диметилового эфира, содержащее:

реактор с турбулентным псевдооживленным слоем, содержащий оболочку реактора, n реакторных распределителей сырья, реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз, реакторный теплообменник, 25 выпускное отверстие для газообразного продукта и реакторную отгоночную колонну, при этом

нижняя часть реактора с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой реакционную зону,

30 верхняя часть реактора с турбулентным псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения,

n реакторных распределителей сырья расположены в реакционной зоне, реакторный теплообменник расположен в реакционной зоне,

35 реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз и реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз размещены в зоне осаждения или за пределами оболочки реактора,

впускное отверстие реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз соединено с подъемной трубой для регенерированного катализатора,

выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз расположено в нижней части реакционной зоны,

40 выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения,

впускное отверстие реакторного сепаратора 2 газообразной и твердой фаз расположено в зоне осаждения,

45 выпускное отверстие для катализатора реакторного сепаратора 2 газообразной и твердой фаз размещено в реакционной зоне,

выпускное отверстие для газа реакторного сепаратора 2 газообразной и твердой фаз соединено с выпускным отверстием для газообразного продукта, и

реакторная отгоночная колонна проходит через оболочку реактора снаружи вовнутрь

в нижней части реактора с турбулентным псевдооживленным слоем и открывается в реакционной зоне реактора с турбулентным псевдооживленным слоем;

подъемную трубу для каталитического крекинга,

при этом

5 нижняя часть подъемной трубы для каталитического крекинга соединена с выпускным отверстием наклонной трубы для каталитического крекинга и оборудована впускным отверстием для углеводородов с 5 или более углеродными атомами, и

выпускное отверстие подъемной трубы для каталитического крекинга соединено с зоной осаждения реактора с турбулентным псевдооживленным слоем;

10 регенератор с псевдооживленным слоем, содержащий оболочку регенератора, распределитель сырья регенератора, сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора, теплообменник регенератора, выпускное отверстие для отходящего газа и отгоночную колонну регенератора,

при этом

15 нижняя часть регенератора с псевдооживленным слоем представляет собой зону регенерации,

верхняя часть регенератора с псевдооживленным слоем представляет собой зону осаждения,

распределитель сырья регенератора размещен в нижней части зоны регенерации,

20 теплообменник регенератора размещен в зоне регенерации,

сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора размещен в зоне осаждения или за пределами оболочки регенератора,

впускное отверстие сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне осаждения,

25 выпускное отверстие для катализатора сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора расположено в зоне регенерации,

выпускное отверстие для газа сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора соединено с выпускным отверстием для отходящего газа, и

отгоночная колонна регенератора открывается в нижней части оболочки

30 регенератора;

при этом нижняя часть реакторной отгоночной колонны оборудована впускным отверстием реактора для отдувочного газа,

нижняя часть реакторной отгоночной колонны соединена с впускным отверстием наклонной трубы для отработанного катализатора,

35 скользящий клапан для отработанного катализатора расположен в наклонной трубе для отработанного катализатора,

выпускное отверстие наклонной трубы для отработанного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы для отработанного катализатора,

нижняя часть подъемной трубы для отработанного катализатора оборудована

40 впускным отверстием для несущего газа для отработанного катализатора, и

выпускное отверстие подъемной трубы для отработанного катализатора соединено с секцией осаждения регенератора с псевдооживленным слоем;

нижняя часть отгоночной колонны регенератора оборудована впускным отверстием регенератора для отдувочного газа,

45 нижняя часть отгоночной колонны регенератора соединена с впускным отверстием наклонной трубы для регенерированного катализатора,

скользящий клапан для регенерированного катализатора расположен в наклонной трубе для регенерированного катализатора,

выпускное отверстие наклонной трубы для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием подъемной трубы для регенерированного катализатора,

нижняя часть подъемной трубы для регенерированного катализатора оборудована впускным отверстием для несущего газа для регенерированного катализатора, и выпускное отверстие подъемной трубы для регенерированного катализатора соединено с впускным отверстием реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз;

нижняя часть отгоночной колонны регенератора дополнительно соединена с впускным отверстием наклонной трубы для каталитического крекинга, и скользящий клапан для каталитического крекинга расположен в наклонной трубе для каталитического крекинга, причем катализатор содержит молекулярное сито SAPO, и n реакторных распределителей сырья расположены в реакционной зоне снизу вверх, и $0 < n < 10$.

2. Устройство по п. 1, в котором горизонтальная высота отверстия реакторной отгоночной колонны в оболочке реактора выше $1/10$ высоты реакционной зоны.

3. Устройство по п. 1, в котором подъемная труба для каталитического крекинга и реактор с турбулентным псевдооживленным слоем имеют общий сепаратор 2 газообразной и твердой фаз.

4. Устройство по п. 1, в котором регенератор с псевдооживленным слоем представляет собой регенератор с турбулентным псевдооживленным слоем.

5. Устройство по п. 1, в котором реакторный сепаратор 1 газообразной и твердой фаз, реакторный сепаратор 2 газообразной и твердой фаз и сепаратор газообразной и твердой фаз регенератора представляют собой циклонные сепараторы.

6. Способ получения пропилена и C4 углеводородов из кислородсодержащих соединений, выбранных из метанола и диметилового эфира, выполняемый в устройстве по п. 1, включающий:

подачу сырьевого материала, содержащего кислородсодержащее соединение, из n реакторных распределителей сырья в реакционную зону реактора с турбулентным псевдооживленным слоем и приведение сырьевого материала в контакт с катализатором с образованием потока, содержащего продукт в виде пропилена и C4 углеводородов и отработанный катализатор, содержащий углерод;

регенерацию отработанного катализатора с помощью регенератора с псевдооживленным слоем с получением регенерированного катализатора, при этом после разделения газообразной и твердой фаз с помощью реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз часть регенерированного катализатора подают в нижнюю часть реакционной зоны реактора с турбулентным псевдооживленным слоем, а другую часть регенерированного катализатора подают в подъемную трубу для каталитического крекинга через наклонную трубу для каталитического крекинга;

направление потока, выгружаемого из реактора с турбулентным псевдооживленным слоем и содержащего продукт в виде пропилена и C4 углеводородов, в систему разделения продуктов с получением пропилена, C4 углеводородов, легких фракций, пропана и углеводородов с 5 или более углеродными атомами после разделения, при этом легкие фракции содержат более 90 % масс. этилена и небольшое количество метана, этана, водорода, CO и CO₂, возврат 70 % масс. или более легких фракций из реакторного распределителя сырья в самой нижней части реактора с турбулентным псевдооживленным слоем в реакционную зону реактора с турбулентным

псевдооживленным слоем для взаимодействия этилена и кислородсодержащих соединений с осуществлением реакции алкилирования в присутствии катализатора с получением продукта, содержащего пропилен, и извлечение менее 30 % масс. легких фракций в качестве побочного продукта;

- 5 подачу 80 % масс. или более углеводородов с 5 или более углеродными атомами, выходящих из системы разделения продуктов, в подъемную трубу для каталитического крекинга через впускное отверстие для углеводородов с 5 или более углеродными атомами для приведения в контакт с параллельным потоком регенерированного катализатора, выходящим из наклонной трубы для каталитического крекинга для
- 10 проведения реакции крекинга с образованием потока, содержащего пропилен и C4 углеводороды и углеродсодержащий катализатор, затем подачу потока, содержащего пропилен и C4 углеводороды и углеродсодержащий катализатор, в зону осаждения реактора с турбулентным псевдооживленным слоем через выпускное отверстие
- 15 подъемной трубы для каталитического крекинга и извлечение менее 20 % масс. углеводородов с 5 или более углеродными атомами в качестве побочного продукта, причем

катализатор содержит молекулярное сито SAPO, и

n реакторных распределителей сырья расположены в реакционной зоне снизу вверх, и $0 < n < 10$.

- 20 7. Способ по п. 6, выполняемый путем применения устройства по любому из пп. 1-5, согласно которому

отработанный катализатор проходит в секцию осаждения регенератора с псевдооживленным слоем через реакторную отгоночную колонну, наклонную трубу для отработанного катализатора, скользящий клапан для отработанного катализатора

25 и подъемную трубу для отработанного катализатора;

регенерационное средство поступает в зону регенерации регенератора с псевдооживленным слоем из распределителя сырья регенератора, регенерационное средство взаимодействует с отработанным катализатором с осуществлением кальцинирования с получением отходящего газа, содержащего CO и CO₂, и

- 30 регенерированного катализатора, при этом отходящий газ сбрасывают после удаления пыли с помощью сепаратора газообразной и твердой фаз регенератора;

часть регенерированного катализатора проходит во впускное отверстие реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз через отгоночную колонну регенератора, наклонную трубу для регенерированного катализатора, скользящий клапан для

- 35 регенерированного катализатора и подъемную трубу для регенерированного катализатора и поступает в нижнюю часть реакционной зоны реактора с турбулентным псевдооживленным слоем после разделения газообразной и твердой фаз; другая часть регенерированного катализатора проходит в подъемную трубу для каталитического крекинга через отгоночную колонну регенератора, наклонную трубу для
- 40 каталитического крекинга и скользящий клапан для каталитического крекинга;

реакторный отдувочный газ поступает в реакторную отгоночную колонну через впускное отверстие реактора для отдувочного газа и вступает в контакт со встречным потоком отработанного катализатора и затем поступает в реактор с турбулентным псевдооживленным слоем; несущий газ для отработанного катализатора поступает в

45 подъемную трубу для отработанного катализатора через впускное отверстие для несущего газа для отработанного катализатора и вступает в контакт с параллельным потоком отработанного катализатора и затем поступает в секцию осаждения регенератора с псевдооживленным слоем;

отдувочный газ регенератора поступает в отгоночную колонну регенератора через впускное отверстие регенератора для отдувочного газа и вступает в контакт с противоположным потоком регенерированного катализатора и затем поступает в регенератор с псевдооживленным слоем; несущий газ для регенерированного катализатора поступает в подъемную трубу для регенерированного катализатора через впускное отверстие для несущего газа для регенерированного катализатора и вступает в контакт с параллельным потоком регенерированного катализатора и затем поступает во впускное отверстие реакторного сепаратора 1 газообразной и твердой фаз.

8. Способ по п. 6, согласно которому циркулирующее количество легких фракций составляет от 5 до 40 % масс. относительно подаваемого количества кислородсодержащего соединения.

9. Способ по п. 6, согласно которому циркулирующее количество углеводородов с 5 или более углеродными атомами составляет от 2 до 20 % масс. относительно подаваемого количества кислородсодержащего соединения.

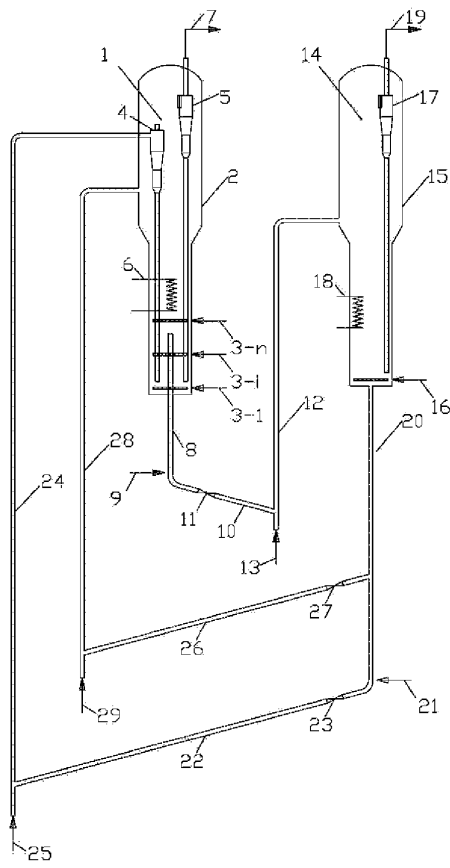
10. Способ по п. 6, согласно которому содержание углерода в отработанном катализаторе составляет от 5 до 12 % масс. и содержание углерода в регенерированном катализаторе составляет менее 2 % масс.

11. Способ по п. 6, согласно которому кислородсодержащее соединение представляет собой метанол и/или диметиловый эфир; и/или регенерационное средство представляет собой любое средство, выбранное из воздуха, воздуха с низким содержанием кислорода или водяного пара или их смеси; и/или реакторный отдувочный газ, отдувочный газ регенератора, несущий газ для отработанного катализатора и несущий газ для регенерированного катализатора представляют собой водяной пар или азот.

12. Способ по п. 6, согласно которому условия реакции в реакционной зоне реактора с турбулентным псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет от 0,1 м/с до 2 м/с, температура реакции составляет от 300°C до 550°C, давление реакции составляет от 100 кПа до 500 кПа и плотность слоя составляет от 200 кг/м³ до 1200 кг/м³; и/или условия реакции в подъемной трубе для каталитического крекинга следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет от 2,0 м/с до 10,0 м/с, температура реакции составляет от 400°C до 750°C, давление реакции составляет от 100 кПа до 500 кПа и плотность слоя составляет от 30 кг/м³ до 300 кг/м³; и/или условия реакции в зоне регенерации регенератора с псевдооживленным слоем следующие: кажущаяся линейная скорость газа составляет от 0,1 м/с до 2 м/с, температура регенерации составляет от 500°C до 750°C, давление регенерации составляет от 100 кПа до 500 кПа и плотность слоя составляет от 200 кг/м³ до 1200 кг/м³.

40

45



Фигура 1