



(51) МПК
B01J 8/18 (2006.01)
B01D 45/02 (2006.01)
B01D 45/08 (2006.01)
B01D 50/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01J 8/1872 (2022.08); *B01J 8/1881* (2022.08); *B01D 45/02* (2022.08); *B01D 45/08* (2022.08); *B01D 50/00* (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2021131071, 07.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.04.2020

Дата регистрации:
28.10.2022

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
12.04.2019 US 62/833,292

(45) Опубликовано: 28.10.2022 Бюл. № 31

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 25.10.2021

(86) Заявка РСТ:
US 2020/026984 (07.04.2020)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2020/210181 (15.10.2020)

Адрес для переписки:
101000, Москва, ул. Мясницкая, 13, стр. 5, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

МОСТОФИ-АШТИАНИ, Мохаммад Реза
(US),
ДАВЫДОВ, Лев (US),
МЕЛБЕРГ, Роберт (US)

(73) Патентообладатель(и):
ЮОП ЛЛК (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20090107884 A1, 30.04.2009. EP
593827 A1, 27.04.1994. WO 2000/009242 A1,
24.02.2000. RU 2585174 C1, 27.05.2016. RU
2664519 C2, 20.08.2018. WO 2017/091525 A1,
01.06.2017.

(54) АППАРАТ И ПРОЦЕСС ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ГАЗОВ ОТ КАТАЛИЗАТОРА

(57) Реферат:

Областью настоящего изобретения являются процессы и аппараты для отделения увлеченных газообразных углеводородных продуктов от частиц катализатора. Способ отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов включает: приведение потока углеводородного сырья в контакт с частицами катализатора в удлиненном стояке для получения газообразных продуктов; приведение частиц катализатора и газообразных продуктов в вихреобразное движение в угловом направлении при выходе из указанного стояка и входе в разделительную камеру для отделения частиц катализатора от указанного газообразного продукта;

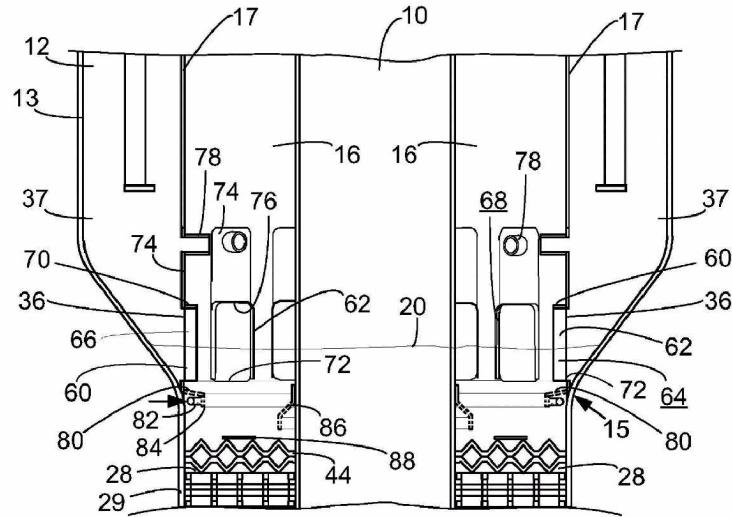
блокирование вихреобразного движения указанных частиц катализатора и газообразных продуктов при выходе из указанной разделительной камеры и входе в кольцевое пространство реактора. Аппарат для отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов содержит: удлиненный стояк, в котором поток углеводородного сырья приводят в контакт с частицами катализатора для получения газообразного продукта, причем указанный стояк включает в себя выход завихряющего рукава, выполненный с возможностью приведения твердых частиц катализатора и газообразных продуктов в

R U 2 7 8 2 5 0 3 C 1

R U 2 7 8 2 5 0 3 C 1

вихреобразное движение в угловом направлении для отделения частиц катализатора от указанного газообразного продукта; разделительный сосуд в сообщении с указанным выходом завихряющего рукава указанного стояка, причем указанный разделительный сосуд включает в себя внешнюю оболочку и отпарную секцию, содержащую внутренние элементы отпарной секции; туннель, содержащий вертикальную стенку и

обеспечивающий сообщение указанного разделительного сосуда с кольцевым пространством реактора. Технический результат состоит в гашении тангенциального импульса, переносимого из выводных рукавов стояка в плотный кольцевой слой, снижении входа катализатора в кольцевое пространство реактора и эрозии оборудования или циркуляции катализатора. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 2

R U 2 7 8 2 5 0 3 C 1

RUSSIAN FEDERATION



(19)

RU (11)

2 782 503⁽¹³⁾ C1

(51) Int. Cl.
B01J 8/18 (2006.01)
B01D 45/02 (2006.01)
B01D 45/08 (2006.01)
B01D 50/00 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B01J 8/1872 (2022.08); *B01J 8/1881* (2022.08); *B01D 45/02* (2022.08); *B01D 45/08* (2022.08); *B01D 50/00* (2022.08)

(21)(22) Application: 2021131071, 07.04.2020

(24) Effective date for property rights:
07.04.2020

Registration date:
28.10.2022

Priority:

(30) Convention priority:
12.04.2019 US 62/833,292

(45) Date of publication: 28.10.2022 Bull. № 31

(85) Commencement of national phase: 25.10.2021

(86) PCT application:
US 2020/026984 (07.04.2020)

(87) PCT publication:
WO 2020/210181 (15.10.2020)

Mail address:
101000, Moskva, ul. Myasnitskaya, 13, str. 5, OOO
"Soyuzpatent"

(72) Inventor(s):

MOSTOFI-ASHTIANI, Mohammad Reza (US),
DAVYDOV, Lev (US),
MEHLBERG, Robert (US)

(73) Proprietor(s):

UOP LLC (US)

R U 2 7 8 2 5 0 3 C 1

(54) APPARATUS AND PROCESS FOR SEPARATING GASES FROM THE CATALYST

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: field of the present invention is processes and apparatuses for separating entrained gaseous hydrocarbon products from catalyst particles. A method for separating catalyst particles from a stream of gaseous products includes: bringing the flow of hydrocarbon raw materials into contact with catalyst particles in an elongated riser to obtain gaseous products; bringing catalyst particles and gaseous products into a vortex-like motion in an angular direction when exiting the specified riser and entering the separation chamber to separate catalyst particles from the specified gaseous product; blocking the vortex-like motion of the specified catalyst particles and gaseous products when exiting the specified separation

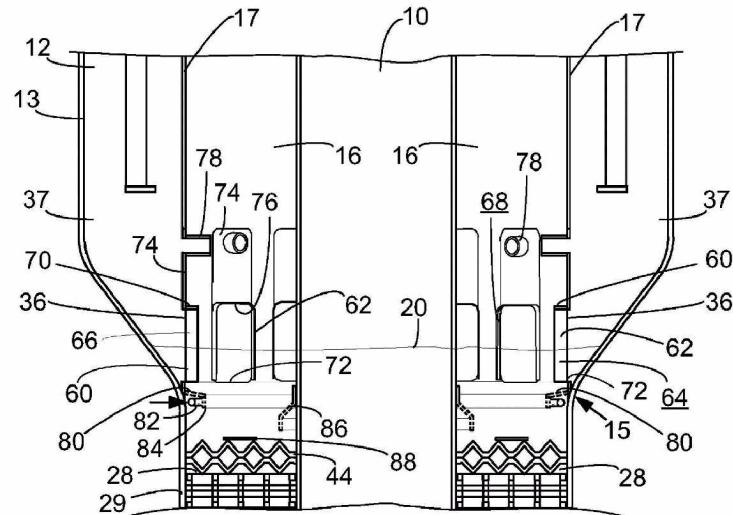
chamber and entering the annular space of the reactor. The apparatus for separating catalyst particles from the flow of gaseous products contains: an elongated riser in which the flow of hydrocarbon raw materials is brought into contact with the catalyst particles to obtain a gaseous product, and this riser includes the outlet of a swirling sleeve, made with the possibility of bringing solid particles of the catalyst and gaseous products into a vortex-like motion in the angular direction to separate the catalyst particles from the specified gaseous product; a separation vessel in communication with the specified outlet of the swirling sleeve of the specified riser, and the specified separation vessel includes an outer shell and a stripping section containing internal elements of the stripping section; a tunnel containing a vertical wall

and providing communication of the specified separation vessel with the annular space of the reactor.

EFFECT: quenching the tangential pulse transferred from the outlet sleeves of the riser into a dense annular

layer, reducing the entrance of the catalyst into the annular space of the reactor and erosion of equipment or catalyst circulation.

10 cl, 4 dwg



ФИГ. 2

R U 2 7 8 2 5 0 3 C 1

R U 2 7 8 2 5 0 3 C 1

Область изобретения

Областью настоящего изобретения являются процессы и аппараты для приведения псевдоожженного катализатора в контакт с углеводородами. Более конкретно, областью настоящего изобретения являются процессы и аппараты для отделения 5 увлеченных газообразных углеводородных продуктов от частиц катализатора.

Предпосылки создания изобретения

Каталитический крекинг с псевдоожженым слоем (FCC) представляет собой процесс, в котором в реакционной зоне углеводороды приводят в контакт с

каталитором, состоящим из мелкодисперсного порошкового материала. Поток 10 углеводородного сырья и псевдоожжающие газы, такие как пар, переводят катализатор в псевдоожженное состояние и обычно переносят его в стояке, причем катализатор ускоряет реакцию крекинга. По мере протекания реакции крекинга на катализаторе оседают существенные количества углеводорода, называемые коксом. В ходе

высокотемпературной регенерации внутри сосуда-регенератора кокс выжигается с 15 катализатора путем приведения последнего в контакт с содержащим кислород потоком, который снова выступает в роли псевдоожжающей среды. Содержащий кокс катализатор, называемый в настоящем документе отработанным катализатором, непрерывно удаляется из реакционной зоны и заменяется катализатором, не содержащим кокса или содержащим меньшее количество кокса, из зоны регенерации. За счет перевода

20 частиц катализатор в псевдоожженное состояние различными газовыми потоками можно осуществлять транспорт катализатора между реакционной зоной и зоной регенерации.

В процессе FCC газообразные среды отделяются от твердых частиц катализатора на выходе из стояка реактора. В самом распространеннном способе отделения твердых

25 частиц от газообразного потока используют центробежительное отделение в разделительном сосуде. В центробежительных сепараторах содержащим увлеченные твердые частицы газам придают касательную скорость, что отбрасывает более тяжелые твердые частицы наружу от более легких газов для верхнего выведения газов и нижнего сбора твердых частиц. На выходном канале из стояка обеспечен изогнутый трубчатый

30 завихряющий рукав, который придает вихревое, спиральное движение газообразным продуктам и частицам катализатора, когда они выходят из стояка в разделительную камеру. Такое вихревое, спиральное движение материалов в разделительном сосуде обеспечивает первичное отделение частиц катализатора от газов. За первичной стадией разделения обычно следует второй этап более полного отделения твердых частиц от

35 газов в циклонах. Канал извлечения газа соединяет разделительную камеру с циклонами в реакционном сосуде. Смесь газов и увлеченного катализатора затягивается в канал извлечения газа и поступает в циклоны для осуществления дальнейшего отделения частиц катализатора от газов.

Большая часть углеводородных паров, находящихся в контакте с катализатором в

40 реакционной зоне, отделяется от твердых частиц в результате вышеупомянутого центробежительного отделения. Однако используемые в процессе FCC частицы катализатора имеют большую площадь поверхности, что связано с наличием на частицах множества пор. В результате на входе в зону отпарки каталитические материалы удерживают углеводороды в своих порах, на внешней поверхности катализатора и в

45 пространстве между отдельными частицами катализатора. Хотя количество углеводородов, удерживаемых на каждой отдельной частице катализатора, очень невелико, большое количество катализатора и высокие скорости оборота катализатора, характерные для современного процесса FCC, приводят к выведению с катализатором

значительного количества углеводородов из реакционной зоны.

Стандартной практикой является удаление, или отпарка, углеводородов с отработанного катализатора перед направлением его в зону регенерации. В самом распространенным способе отпарки катализатора используют пропускание отпарного газа, обычно пара, через текущий поток катализатора, противотоком по отношению к направлению движения катализатора. Такие операции паровой отпарки с варьируемой степенью эффективности удаляют пары углеводородов, захваченные в катализаторе и адсорбированные на поверхности катализатора.

Эффективность отпарки катализатора повышается при использовании внутренних

10 элементов отпарной секции, которые могут содержать расположенные с некоторым шагом по вертикали перегородки или профилированные полосы для каскадной переброски катализатора с одной стороны на другую при его движении вниз по отпарному аппарату и контакте на противотоке с отгоночной средой. Отгоночная среда входит в аппарат снизу под самым нижним внутренним элементом и постепенно 15 поднимается вверх через внутренние элементы.

Катализатор, выводимый из вихревого выхода стояка для отделения отработанного катализатора от газообразных продуктов, может продолжать вихревое движение.

Перемещающийся вниз в вихревом движении катализатор может вызывать эрозию внутреннего оборудования и неправильное распределение потоков в отпарную секцию.

20 Следовательно, плотный слой катализатора размещается на достаточной высоте над внутренними элементами отпарной секции, чтобы оградить внутренние элементы отпарной секции от эрозии вращающимся катализатором.

Краткое изложение сущности изобретения

Был обнаружен способ разбивки или демпфирования вращательного потока

25 катализатора внутри и снаружи разделительной камеры, в котором используют тангенциальный вывод катализатора и газообразных продуктов из стояка. Движущимся вихреобразно частицам катализатора не могут выйти из разделительной камеры и войти в кольцевое пространство реактора. Частицам катализатора и газообразным продуктам для входа в кольцевое пространство реактора необходимо пройти по

30 туннелю, содержащему вертикальную стенку. Вертикальная стенка образует поверхность, противоположную угловому направлению, в котором вихреобразно движутся частицы катализатора и газообразные продукты. Как следствие, уменьшается угловой момент частиц катализатора и газообразных продуктов. Кроме того, туннель не позволяет частицам катализатора и газообразным продуктам войти в кольцевое

35 пространство реактора, пока они не сменят направление своего движения. Вместо этого частицы катализатора падают в отпарную секцию.

Кроме того, было обнаружено, что большая доля частиц катализатора обходит нижние края проходов между разделительной камерой и кольцевым пространством реактора. Как следствие, перегородку можно разместить на пересечении между

40 кольцевым пространством реактора и разделительной камерой для отклонения катализатора в боковом направлении в отпарную секцию после его опускания ниже прохода в кольцевое пространство реактора. В перегородке можно предусмотреть отверстия для псевдоожижения большого количества проходящего над этой областью катализатора для эффективной предварительной отпарки этого катализатора перед 45 его входом в отпарную секцию.

Дополнительные подробности и варианты осуществления настоящего изобретения будут очевидны из нижеследующего подробного описания изобретения.

Краткое описание графических материалов

На фиг. 1 представлен схематический вид в поперечном сечении устройства FCC.

На фиг. 2 представлен увеличенный частичный вид части по фиг. 1.

На фиг. 3 представлен схематический вид в горизонтальной проекции альтернативного варианта для фиг. 2.

5 На фиг. 4 представлен схематический вид в горизонтальной проекции другого альтернативного варианта для фиг. 2.

Описание изобретения

Тангенциальные или завихряющие рукава, которые обеспечивают первичное разделение катализатора и газообразных продуктов, выводимых из стояка реактора

10 FCC, придают частицам катализатора значительный тангенциальный импульс. Было обнаружено, что при опускании вниз по разделительной камере в вихревом движении газ и катализатор создают вращающийся слой катализатора. Такое поведение вызывает обширную эрозию верхних слоев внутренних элементов отпарной секции в конкретных местах, отстоящих друг от друга на расстояние, которое соответствует расстоянию

15 между выходами завихряющих рукавов из стояка.

Кроме того, в условиях промышленной установки наблюдали, что более продолжительное пребывание в плотном слое катализатора над отпарной секцией приводит к падению выхода продукта. Причиной этого может быть продолжение реакций крекинга, пока газообразные продукты находятся в контакте с катализатором.

20 Преимуществом стало бы уменьшение глубины плотного слоя катализатора для сокращения времени пребывания в нем газообразного продукта. Однако для этого нужно погасить вращательный момент частиц катализатора и газообразных продуктов, поскольку плотный слой катализатора нужен для ограждения верхних внутренних элементов отпарной секции от эрозии вращающимся потоком катализатора.

25 В настоящем документе предложено блокирование, чтобы движущиеся вихреобразно частицы катализатора не могли выходить из разделительной камеры и входить в кольцевое пространство реактора. Частицам катализатора и газообразным продуктам для входа в кольцевое пространство реактора необходимо пройти по туннелю, содержащему вертикальную стенку. Вертикальная стенка образует поверхность,

30 противоположную угловому направлению, в котором вихреобразно движутся частицы катализатора и газообразные продукты. Чтобы выйти из разделительной камеры по туннелю, потоку необходимо изменить свое тангенциальное направление, затем поддерживать это новое направление на всей ширине вертикальной стенки, а затем войти в кольцевое пространство реактора вокруг разделительной камеры. Таким

35 образом можно погасить тангенциальный импульс, переносимый из выводных рукавов стояка в плотный кольцевой слой, снижается вход катализатора в кольцевое пространство реактора, и можно избежать ненужной эрозии оборудования или циркуляции катализатора.

Такой аппарат или процесс можно реализовать на производстве, где используют 40 каталитический крекинг с псевдоожиженным слоем (FCC), в котором необходимо разделить частицы катализатора и газообразные продукты. Типичным входным потоком для установки FCC является газойль, такой как вакуумный газойль или атмосферный остаток.

В контексте настоящего документа термин «температура кипения» означает 45 эквивалентную температуру кипения при атмосферном давлении (AEBP), вычисляемую на основании наблюдаемой температуры кипения и давления перегонки, вычисляемых с использованием уравнений, представленных в приложении A7 стандарта D1160 ASTM под заголовком «Способы преобразования наблюдаемых температур пара в

температуры, эквивалентные атмосферным». В настоящем документе термин «истинная точка кипения» (TBP) означает способ тестирования для определения точки кипения материала, который соответствует стандарту ASTM D-2892 по производству сжиженного газа, дистиллятных фракций и кубового остатка стандартизованного качества, по которым можно получать аналитические данные, и определение выходов указанных выше фракций как по массе, так и по объему, на основе таких данных строят зависимость температуры от массовой доли дистиллята с помощью колонны с пятнадцатью теоретическими тарелками и с коэффициентом орошения 5 : 1. В настоящем документе термин T5 или T95 означает температуру, при которой, в зависимости от обстоятельств, 5 кипят соответственно 5 массовых процентов или 95 массовых процентов образца по стандарту ASTM D 86 или TBP. В настоящем документе термин «начальная точка кипения» (IBP) означает температуру, при которой образец начинает кипеть, согласно ASTM D-7169, ASTM D-86 или TBP, в зависимости от обстоятельств. В настоящем документе термин «конечная точка» (EP) означает температуру, при которой образец 10 полностью выкипает, согласно ASTM D-7169, ASTM D-86 или TBP, в зависимости от обстоятельств. В настоящем документе термин «вакуумный газольд» означает углеводородный материал с IBP по меньшей мере 232°C (450°F), T5 от 288°C (550°F) до 392°C (700°F), обычно не более 343°C (650°F), T95 от 510°C (950°F) до 570°C (1058°F) и/или EP не более 626°C (1158°F), полученный путем вакуумного фракционирования 15

атмосферного остатка при определении любым стандартным газохроматографическим методом с имитированной дистилляцией, таким как ASTM D2887, D6352 или D7169, все из которых используют в нефтяной промышленности. В настоящем документе термин «атмосферный остаток» означает углеводородный материал с IBP по меньшей мере 232°C (450°F), T5 от 288°C (550°F) до 392°C (700°F), обычно не более 343°C (650°F), и 20 T95 от 510°C (950°F) до 700°C (1292°F), полученный из нижнего продукта колонны атмосферной перегонки сырой нефти.

Реакционную зону процесса FCC поддерживают в условиях высокой температуры, которые в общем могут включать в себя температуру выше 425°C (797°F). В одном варианте осуществления реакционную зону поддерживают в условиях крекинга, которые 30 включают в себя температуру от 480°C (896°F) до 590°C (1094°F) и давление от 69 кПа (изб) (10 фунтов/кв. дюйм изб) до 517 кПа (изб) (75 фунтов/кв. дюйм изб), но, как правило, менее 275 кПа (изб) (40 фунтов/кв. дюйм изб). Соотношение катализатор-нефтепродукт, исходя из массы катализатора и входного потока углеводорода, поступающего через низ стояка, может доходить до 20 : 1, но, как правило, находится 35 в диапазоне от 4 : 1 до 10 : 1. Водород обычно не добавляется в стояк, что приводит к отсутствию значительного количества добавленного водорода в реакторе. Как правило, в стояк запускают пар для псевдоожижения катализатора и диспергирования входного потока сырья. Среднее время пребывания катализатора в стояке может составлять менее 5 секунд. Тип используемого в процессе катализатора можно выбирать из 40 множества доступных в продаже катализаторов. Предпочтительным является катализатор, содержащий цеолит Y-типа в качестве материала основы, но при необходимости можно использовать и аморфные катализаторы более старого типа. В смесь катализатора можно добавить цеолит MFI.

Регенератор катализатора предпочтительно работает при давлении от 69 кПа (изб) 45 (10 фунтов/кв. дюйм изб) до 552 кПа (изб) (80 фунтов/кв. дюйм изб). Поступающий в регенератор отработанный катализатор может содержать от 0,2 до 15 мас.% кокса. Этот кокс в основном состоит из углерода и может содержать от 3 до 12 мас.% водорода, а также серу и другие элементы. В результате окисления кокса образуются стандартные

продукты сжигания: вода, оксиды углерода, оксиды серы и оксиды азота. Регенератор может принимать несколько конфигураций, при этом сама регенерация проводится в один или более этапов.

На фиг. 1 представлен схематический вид устройства FCC. Устройство FCC включает

- 5 в себя удлиненный стояк или стояк 10 реактора. Горячий катализатор поступает в нижнюю секцию стояка 10 из канала 54 регенератора, откуда псевдоожижающий газ из распределителя 8 pnevmaticheski переносит частицы катализатора вверх по стояку 10. Когда смесь катализатора и газа-носителя поднимается по стояку 10, сопло 40 впрыскивает содержащий углеводороды входной поток и, возможно, пар в катализатор.
- 10 Контакт с горячим катализатором испаряет углеводороды и приводит к дальнейшему переносу смеси газа и катализатора по стояку 10 с одновременным крекингом углеводородов до требуемых более низкокипящих газообразных продуктов.

Стояк 10 переходит вверх в реакционный сосуд 12. Стояк 10 предпочтительно имеет вертикальную ориентацию внутри реакционного сосуда 12 и может проходить вверх 15 через дно реакционного сосуда 12. Реакционный сосуд содержит внешнюю стенку 13. Затем частицы катализатора и газообразные продукты выводятся через верх стояка 10 реактора и разделяются на газообразные продукты крекинга и частицы катализатора, покрытые существенным количеством кокса и в общем называемые «отработанным катализатором». На выводном конце стояка 10 реактора обеспечен узел 26

- 20 завихряющего рукава для улучшения первичного отделения частиц катализатора от газообразных продуктов крекинга. Узел 26 завихряющего рукава включает в себя изогнутый трубчатый рукав 14, который приводит твердые частицы катализатора и газообразные продукты в вихревое движение в угловом направлении с приданием тангенциальной угловой скорости выходящей смеси частиц катализатора и газообразных 25 продуктов крекинга, когда они выводятся из выхода 22 завихряющего рукава. Узел 26 завихряющего рукава может быть размещен в верхней области разделительной камеры 16. Разделительная камера 16 содержит внешнюю оболочку 17. Узел 26 завихряющего рукава может содержать множество рукавов 14 с соответствующим числом выходов 22 завихряющего рукава. Разделительная камера 16 находится в сообщении ниже по 30 потоку с выходом 14 завихряющего рукава. Термин «сообщение» означает, что между перечисленными компонентами функционально допустимо протекание текучей среды. Термин «сообщение ниже по потоку» означает, что по меньшей мере часть текучей среды, протекающей в рассматриваемый объект, который находится в сообщении вниз по потоку, может функционально протекать от объекта, с которым он сообщается по 35 текучей среде. Отпарная секция 28 может быть размещена в разделительной камере 16 ниже выхода 26 завихряющего рукава. Отделенный узлом 26 завихряющего рукава катализатор падает вниз в отпарную секцию 28. Отпарная секция 28 включает в себя внешнюю стенку 29.

Газообразные продукты крекинга, включающие прошедшие крекинг углеводороды

- 40 и увличенные частицы отработанного катализатора, входят из разделительной камеры 16 через канал 18 извлечения газа. Циклоны 32 находятся в сообщении ниже по потоку с выходом 22 завихряющего рукава через канал 18 извлечения газа. Внутри циклонов 32 создается тангенциальное вихревое движение с обеспечением центростремительных сил, которые дополнительно отделяют твердые частицы от газов. Поток газообразных 45 продуктов, относительно свободный от частиц катализатора, выходит из циклонов 32 через трубы 50 вывода паров в накопительную камеру 56. Затем поток продуктов выходит из реакционного сосуда 12 через выводное отверстие 25. Выделенные циклонами 32 твердые частицы катализатора выходят из нижней части циклона через опускные

трубы 34. Опускные трубы 34 проходят вниз в реакционном сосуде 12 и могут заканчиваться у шарнирного клапана, который не дает газу попасть в опускную трубу 34, но позволяет частицам катализатора выходить в плотный слой 20 у дна реакционного сосуда 12, что окружает разделительную камеру 16, включая кольцевое пространство 37 реактора.

Частицы катализатора в реакционном сосуде 12 пропускаются проходами 36 в разделительную камеру 16. Проходы 36 могут содержать окна между реакционным сосудом 12 и разделительной камерой 16, таким образом катализатор может протекать из кольцевого пространства 37 реактора в разделительную камеру 16. Разделительная камера 16 находится в сообщении ниже по потоку с реакционным сосудом 12 и/или находящимися в нем циклонами через проходы 36 за счет напора. Частицы катализатора в плотном слое 20 катализатора входят в отпарную секцию 28, расположенную в разделительной камере 16. Частицы катализатора проходят вниз через внутренние элементы 44 отпарной секции, которые могут содержать множество металлических полосок вытянутой формы, расположенных определенным образом внутри отпарной секции 28, и/или вокруг них. Полоски могут иметь прямые части, установленные под некоторыми углами к другим полоскам или другим прямым частям той же полоски. В отпарной секции несколько слоев или наборов полосок могут быть наложены друг на друга. Металлические полоски могут образовывать структурную насадку или могут образовывать решетки с переточными каналами или без них. Примеры соответствующих структурных насадок можно найти в документе US 2005/0205467, а соответствующих решеток — в документе US 6,680,030 для использования в отпарных сосудах.

Текущая среда для отпарки, как правило пар, поступает через нижнюю часть отпарной секции 28 через по меньшей мере один распределитель 46. Контакт на противотоке катализатора с текущей средой для отпарки на металлических полосках 44 вытесняет адсорбированные на катализаторе газообразные продукты при его перемещении вниз через отпарную секцию 28. Прошедший отпарку катализатор из отпарной секции 28 может пройти по каналу 48 для отработанного катализатора в регенератор 52 катализатора. В регенераторе отложения кокса выжигаются с поверхности катализатора путем приведения их в контакт с кислородсодержащим газом при высокой температуре. После регенерации частицы регенерированного катализатора поступают обратно в нижнюю часть стояка 10 по каналу 54 регенератора. Отходящий газ выходит из регенератора 52 через сопло 56.

Было обнаружено, что вихревое движение, вызванное выпуском газообразных продуктов и частиц катализатора из выхода (-ов) 22 завихряющего рукава стояка 10, может продолжаться и при спуске катализатора вниз по разделительной камере 16. Совершающие вихревое движение газ и катализатор создают вращающийся слой 20 катализатора, который может вызывать обширную эрозию верхних слоев внутренних элементов отпарной секции и обходить часть или всю отпарную секцию 28.

В настоящем документе предложен процесс и аппарат, которые гасят или демпфируют угловой момент нисходящих частиц катализатора и газообразных продуктов в разделительной камере 16. Такие процесс и аппарат дополнительно проиллюстрированы со ссылкой на фиг. 2, на которой представлен увеличенный частичный вид нижней части разделительной камеры 16 по фиг. 1. Совершающие вихревое движение частицы катализатора и газообразные продукты спускаются вниз по разделительной камере в виде вращающегося вихря. Часть совершающих вихревое движение частиц катализатора и газообразных продуктов может выйти через проходы 36, расположенные по окружности разделительной камеры. Проходы 36 снабжены туннелями 60, которые

сообщают разделительную камеру 16 с кольцевым пространством 37 реактора и наоборот. Туннели 60 блокируют вихревое движение частиц катализатора и газообразных продуктов, и при этом частицы катализатора и газообразные продукты не могут выйти из разделительной камеры 16 и войти в кольцевое пространство 37 5 реактора. Туннель 60 и проходы 36 тем не менее образуют большое отверстие, которое позволяет сбросить давление в случае резкого подъема давления в системе.

Туннель 60 содержит по меньшей мере первую вертикальную стенку 62, которая образует поверхность 64, ориентированную противоположно угловому направлению, в котором вихреобразно движутся частицы катализатора и газообразные продукты. 10 Первая вертикальная стенка 62 имеет ширину, которая создает поверхность 64, способную блокировать и оказывать сопротивление угловому моменту совершающих вихреобразное движение частиц катализатора и газообразных продуктов. Первая вертикальная стенка 62 может создавать поверхность 64, которая оказывает 15 сопротивление угловому моменту на своей внешней поверхности. В одном варианте осуществления первая вертикальная стенка 62 проходит в радиальном направлении в разделительной камере 16. В дополнительном варианте осуществления первая вертикальная стенка 62 проходит внутрь от внешней оболочки 17 в разделительной камере 16.

В одном варианте осуществления туннель 60 содержит на второй вертикальной 20 стенке 66, которая образует поверхность 68, ориентированную противоположно угловому направлению, в котором вихреобразно движутся частицы катализатора и газообразные продукты. Вторая вертикальная стенка 66 имеет ширину, которая создает поверхность 68, способную блокировать и оказывать сопротивление угловому моменту совершающих вихреобразное движение частиц катализатора и газообразных продуктов. 25 Вторая вертикальная стенка 66 может создавать поверхность 68, которая оказывает сопротивление угловому моменту на своей внутренней поверхности. В одном варианте осуществления вторая вертикальная стенка 66 проходит в разделительной камере 16 в радиальном направлении. В дополнительном варианте осуществления вторая вертикальная стенка 66 проходит внутрь от внешней оболочки 17 в разделительной 30 камере 16.

В дополнительном варианте осуществления туннель 60 содержит верхнюю 35 горизонтальную стенку 70, расположенную вверх от первой вертикальной стенки 62 и указанной второй вертикальной стенки 66. В одном аспекте верхняя горизонтальная стенка 70 находится у вершины туннеля 60. В дополнительном аспекте верхняя горизонтальная стенка находится выше первой вертикальной стенки 62 и второй 40 вертикальной стенки 66. Верхняя горизонтальная стенка 70 туннеля 60 может нависать над проходом 36. Туннель 60 может не иметь нижней горизонтальной стенки, которая была бы расположена напротив верхней горизонтальной стенки 70, так что туннель 60 образует перевернутую букву U.

При работе совершающие вихревое движение частицы катализатора и газообразные 45 продукты спускаются вниз по разделительной камере 16 и встречают поверхность 64 первой вертикальной стенки 62 и поверхность 68 второй вертикальной стенки 66, которые ориентированы противоположно направлению вихреобразного движения и блокируют и снижают угловой момент частиц катализатора и газообразных продуктов. Некоторая часть частиц катализатора и газообразных продуктов все равно выйдет из разделительной камеры 16 через проходы 36 и войдет в кольцевое пространство 37 реактора, но туннель 60 уменьшит объем вхождения в проходы, поскольку совершающим вихревое движение частицам катализатора и газообразным продуктам

придется изменить направление относительно исходного вращения и переместиться наружу в радиальном направлении по туннелю 60, содержащему первую вертикальную стенку 62, вторую вертикальную стенку 66 и/или верхнюю горизонтальную стенку 70.

Проход 36 имеет нижний край 72, который находится на пересечении 15 стенки 13

- 5 реакционного сосуда 12 и оболочки 17 разделительной камеры 16. Считается, что такое пересечение может быть образовано между кольцевым пространством 37 реактора и разделительной камерой 16. Нижний край 72 может находиться непосредственно над пересечением 15, но на расстоянии не более половины диаметра стояка, а предпочтительно не более четверти диаметра стояка. Такое расположение нижнего
- 10 края 72 проходов 36 позволяет разместить верх плотного слоя 20 на меньшей высоте в разделительном сосуде 16, таким образом можно уменьшить высоту плотного слоя и сократить время пребывания газообразных продуктов в плотном слое. Было обнаружено, что сокращение времени пребывания газообразных продуктов в плотном слое 20 повышает выход бензина и уменьшает неселективный крекинг продуктов.

- 15 Для переоборудования более высоких проходов 36 для дополнительного снижения входа частиц катализатора и газообразных продуктов из разделительной камеры 16 через проходы 36 в кольцевое пространство 37 реактора и для дополнительного уменьшения высоты плотного слоя 20 катализатора можно закрепить крышки 74 в верхней области проходов 36. Крышки 74 позволяют расположить верхний край 76
- 20 проходов 36 на меньшей высоте, чем при отсутствии установленных крышек. Крышки 74 можно приварить к проходам 36 или закрепить иным приемлемым способом. Крышки 74 можно оборудовать дренажной трубкой 78 для сброса поднявшегося давления в том случае, если верх слоя 20 катализатора поднимется выше верхнего края 76 проходов 36 и запечатает их во время броска давления. Сброс давления исключает повреждение
- 25 оборудования. Дренажные трубы 78 находятся выше верхнего края 76 проходов 36.

- Было обнаружено, что оборудование проходов 36 с туннелями 60 без нижней стенки, в одном аспекте без нижней стенки напротив верхней горизонтальной стенки 70, приводит к обходу нижнего края 72 прохода 36 большой частью частиц катализатора. Под туннелем 60 установлена поперечная перегородка 80. Поперечная перегородка 30 80 может проходить от пересечения 15 стенки 13 реакционного сосуда 12 и оболочки 17 разделительной камеры 16, как считается, с обеспечением между кольцевым пространством 37 реактора и разделительной камерой 16. Поперечная перегородка 80 может находиться от пересечения 15 на расстоянии не более одной восьмой диаметра стояка. Поперечная перегородка 80 заходит в разделительную камеру 16 под небольшим
- 35 нисходящим наклоном, таким как 5–30 градусов от горизонтали, предпочтительно не более 20 градусов. Поперечная перегородка 80 отклоняет частицы катализатора, движущиеся латерально вниз после прохождения через туннель 60 или при входе в разделительную камеру 16 из кольцевого пространства 37 реактора под туннелем. Поперечная перегородка 80 может отклонять частицы катализатора от внешней стенки
- 40 29 отпарной секции 28. Поперечная перегородка 80 может представлять собой кольцевую перегородку, которая обходит весь периметр разделительной камеры 12 над отпарной секцией 28. Верхняя горизонтальная стенка 70 нависает над поперечной перегородкой 80 таким образом, чтобы направлять частицы катализатора поверх перегородки при их входе в указанную разделительную камеру 16 из туннеля 60 и/или кольцевого
- 45 пространства 37 реактора.

Поперечная перегородка 80 может дополнительно включать в себя отверстия в перегородке для выпуска отпарного газа, чтобы перевести отклоняемые над перегородкой частицы катализатора в псевдоожиженное состояние псевдоожижающим

газом. Большая доля частиц катализатора, проходящих над поперечной перегородкой 80, проходят эффективную предварительную отпарку до опускания и входа в отпарную секцию 28. Распределительное кольцо 82 можно разместить непосредственно под поперечной перегородкой 80 для распределения отпарного газа, такого как пар, под 5 поперечной перегородкой 80. Было обнаружено, что прошедший предварительную отпарку катализатор в этом месте сокращает среднее время пребывания паров бензина в смеси с частицами катализатора в отпарной секции 28. За счет латерального отклонения частиц катализатора, возможно от внешней стенки 29 отпарной секции 28, и нарушения вращательного движения опускающихся частиц катализатора и газообразных продуктов 10 можно уменьшить высоту слоя 20 катализатора над отпарной секцией 28 при сохранении защиты верха внутренних элементов 44 отпарной секции от эрозии. Поперечная перегородка 80 может включать в себя вертикальную переливную перегородку 84, которая вертикально зависит от поперечной перегородки 80. Переливная перегородка 84 может также включать отверстия для перевода катализатора, проходящего вниз по 15 перегородке, в псевдоожженное состояние.

Дополнительная перегородка 86 стояка может быть размещена на стояке 10 в разделительной камере 16 на продолжении линии наклона поперечной перегородки 80 вдоль разделительной камеры от оболочки 17 до стояка 10. Перегородку 86 стояка можно разместить над внутренними элементами 44 отпарной секции и обеспечить 20 отверстиями для перевода в псевдоожженное состояние, зависимой переливной перегородкой и можно необязательно обеспечить паровым кольцом под перегородкой 82 стояка (не показано). Перегородка 86 стояка может иметь больший наклон, чем поперечная перегородка 80, такой как 30–70 градусов от горизонтали. Перегородка стояка может быть кольцевой и обходить весь периметр стояка 10. Кроме того, 25 дефлектор 88 может быть размещен над отпарной секцией 28 поверх внутренних элементов 44 отпарной секции в центре кольцевой структуры для защиты внутренних элементов от катализатора, направляемого на них поперечной перегородкой 80 и перегородкой 86 стояка. Дефлектор 88 также может быть кольцевым.

На фиг. 3 показан дополнительный вариант осуществления разделительной камеры 30 16, содержащей туннели 60. Первая вертикальная стенка 62, которая образует внешнюю поверхность 64 к направлению вихревого движения S, шире второй вертикальной стенки 66.

На фиг. 4 показан дополнительный вариант осуществления разделительной камеры 35 16, содержащей туннели 60, окруженные реакционным сосудом 12. Направление вихревого движения противоположно направлению на фиг. 3. Первая вертикальная стенка 62 больше проходит наружу от оболочки 17 разделительной камеры 16, чем вторая вертикальная стенка 64, а вторая вертикальная стенка больше проходит внутрь от оболочки разделительной камеры, чем первая вертикальная стенка. Вертикальная перегородка 90 закрывает канал 48 отработанного катализатора от частиц катализатора, 40 чтобы не допустить обхода отпарной секции частицами катализатора.

Процесс и аппарат позволяют эксплуатировать устройство FCC при очень низком уровне слоя без потенциальной эрозии внутренних элементов отпарной секции. Испытания показали преимущества по меньшему выходу сухого газа и большей селективности по бензину.

45 Конкретные варианты осуществления

Хотя приведенное ниже описание относится к конкретным вариантам осуществления, следует понимать, что настоящее описание предназначено для иллюстрации, а не ограничения объема предшествующего описания и прилагаемой формулы изобретения.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой процесс отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов, включающий приведение потока углеводородного сырья в контакт с частицами катализатора в удлиненном стояке для получения газообразных продуктов; приведение частиц катализатора и газообразных продуктов в вихреобразное движение в угловом направлении при выходе из стояка и входе в разделительную камеру для отделения частиц катализатора от газообразного продукта; блокирование, чтобы частицы катализатора и газообразные продукты не могли выходить из разделительной камеры и входить в кольцевое пространство реактора. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до первого варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно включает требование прохода частиц катализатора и газообразных продуктов по туннелю с вертикальной стенкой для выхода из разделительной камеры и входа в кольцевое пространство реактора. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до первого варианта осуществления, представленного в данном разделе, в котором вертикальная стенка туннеля образует поверхность, противоположную угловому направлению, в котором вихреобразно движутся частицы катализатора и газообразные продукты.

Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до первого варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно включает отпарку нисходящих частиц катализатора отпарным газом над полосками удлиненной формы в отпарной секции; и отделение частиц катализатора, увлеченных восходящими газообразными продуктами, от газообразных продуктов. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до первого варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно включает латеральное отклонение нисходящего движения частиц катализатора при входе в разделительную камеру из туннеля. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до первого варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно включает перевод отклоняемых частиц катализатора в псевдоожиженное состояние

псевдоожижающим газом через отверстия в отклоняющей перегородке.

Второй вариант осуществления изобретения представляет собой аппарат для отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов, содержащий удлиненный стояк, в котором поток углеводородного сырья приводят в контакт с частицами катализатора для получения газообразного продукта, причем стояк включает в себя выход завихряющего рукава, выполненный с возможностью приведения твердых частиц катализатора и газообразных продуктов в вихреобразное движение в угловом направлении для отделения частиц катализатора от газообразного продукта; разделительную камеру в сообщении с выходом завихряющего рукава стояка, причем разделительная камера включает в себя внешнюю оболочку и отпарную секцию, содержащую внутренние элементы отпарной секции; туннель, содержащий вертикальную стенку, который обеспечивает сообщение разделительной камеры с кольцевым пространством реактора. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных

в данном разделе, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном разделе, в котором вертикальная стенка проходит внутрь от оболочки. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном пункте, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном пункте, в котором туннель содержит первую вертикальную стенку и вторую вертикальную стенку. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном пункте, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном пункте, в котором первая вертикальная стенка шире второй вертикальной стенки. Вариант осуществления настоящего изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном разделе, в котором первая вертикальная стенка больше проходит наружу от оболочки, а вторая вертикальная стенка больше проходит внутрь от оболочки. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном пункте, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном пункте, в котором туннель содержит верхнюю горизонтальную стенку вверх от первой вертикальной стенки и второй вертикальной стенки. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно содержит перегородку под туннелем, которая заходит в разделительную камеру под нисходящим наклоном. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно содержит отверстия в перегородке для выпуска отпарного газа для перевода катализатора над перегородкой в псевдоожженное состояние. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном пункте, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном пункте, в котором верхняя горизонтальная стенка туннеля нависает над перегородкой, а туннель образует перевернутую букву U без горизонтальной стенки напротив верхней горизонтальной стенки, чтобы направлять катализатор над перегородкой при его входе в разделительную камеру из кольцевого пространства реактора. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном пункте, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном пункте, в котором перегородка проходит от пересечения разделительной камеры с кольцевым пространством реактора. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до второго варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно содержит вертикальную переливную перегородку, зависящую от перегородки.

Третий вариант осуществления изобретения представляет собой аппарат для отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов, содержащий удлиненный стояк, в котором поток углеводородного сырья приводят в контакт с частицами катализатора для получения газообразного продукта, причем стояк включает в себя выход для вывода твердых частиц катализатора и газообразных продуктов в

разделительную камеру, при этом разделительная камера включает внешнюю оболочку и нижнюю отпарную секцию, содержащую внутренние элементы отпарной секции; проход для сообщения разделительной камеры с кольцевым пространством реактора и отклоняющую перегородку, проходящую от пересечения разделительной камеры с 5 кольцевым пространством реактора в разделительную камеру. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до третьего варианта осуществления, представленного в данном разделе, в котором нижний край прохода находится непосредственно над пересечением. Вариант осуществления настоящего 10 изобретения представляет собой один, любой или все из предшествующих вариантов осуществления, представленных в данном разделе, вплоть до третьего варианта осуществления, представленного в данном разделе, который дополнительно содержит газовый распределитель, находящийся прямо под отклоняющей перегородкой.

Четвертый вариант осуществления изобретения представляет собой процесс для 15 отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов, включающий приведение потока углеводородного сырья в контакт с частицами катализатора в удлиненном стояке для получения газообразных продуктов; вывод частиц катализатора и газообразных продуктов из стояка в разделительную камеру; разделение частиц катализатора от газообразных продуктов; пропускание частиц катализатора и 20 газообразных продуктов из прохода в кольцевое пространство реактора в разделительную камеру; и латеральное отклонение нисходящего движения частиц катализатора при входе в разделительную камеру из прохода.

Без дополнительной проработки считается, что с использованием предшествующего описания специалист в данной области может в полной мере использовать настоящее 25 изобретение и легко устанавливать основные характеристики настоящего изобретения, чтобы без отступления от сущности и объема изобретения вносить в него различные изменения и модификации изобретения и адаптировать его к различным вариантам применения и условиям. Таким образом, предшествующие предпочтительные 30 конкретные варианты осуществления следует рассматривать как исключительно иллюстративные, не накладывающие каких-либо ограничений на остальную часть описания и охватывающие различные модификации и эквивалентные конструкции, входящие в объем прилагаемой формулы изобретения.

Если не указано иное, в приведенном выше описании все температуры представлены 35 в градусах по шкале Цельсия, а все доли и процентные значения даны по массе.

1. Способ отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов, включающий: приведение потока углеводородного сырья в контакт с частицами катализатора в удлиненном стояке для получения газообразных продуктов; приведение 40 частиц катализатора и газообразных продуктов в вихреобразное движение в угловом направлении при выходе из указанного стояка и входе в разделительную камеру для отключения частиц катализатора от указанного газообразного продукта; блокирование вихреобразного движения указанных частиц катализатора и газообразных продуктов при выходе из указанной разделительной камеры и входе в кольцевое пространство 45 реактора.

2. Способ по п. 1, дополнительно включающий пропускание указанных частиц катализатора и указанных газообразных продуктов по туннелю с вертикальной стенкой при выходе из указанной разделительной камеры и входе в указанное кольцевое

пространство реактора.

3. Способ по п. 2, в котором указанная вертикальная стенка указанного туннеля образует поверхность, противоположную угловому направлению, в котором вихреобразно движутся частицы катализатора и газообразные продукты.

5 4. Способ по п. 3, дополнительно включающий отклонение нисходящего движения указанных частиц катализатора в боковом направлении при входе в указанную разделительную камеру из указанного туннеля.

10 5. Способ по п. 4, дополнительно включающий перевод указанных отклоняемых частиц катализатора в псевдоожиженное состояние псевдоожижающим газом через отверстия в отклоняющей перегородке.

15 6. Аппарат для отделения частиц катализатора от потока газообразных продуктов, содержащий: удлиненный стояк, в котором поток углеводородного сырья приводят в контакт с частицами катализатора для получения газообразного продукта, причем указанный стояк включает в себя выход завихряющего рукава, выполненный с возможностью приведения твердых частиц катализатора и газообразных продуктов в вихреобразное движение в угловом направлении для отделения частиц катализатора от указанного газообразного продукта; разделительный сосуд в сообщении с указанным выходом завихряющего рукава указанного стояка, причем указанный разделительный сосуд включает в себя внешнюю оболочку и отпарную секцию, содержащую внутренние элементы отпарной секции; туннель, содержащий вертикальную стенку и обеспечивающий сообщение указанного разделительного сосуда с кольцевым пространством реактора.

20 7. Аппарат по п. 6, в котором указанная вертикальная стенка проходит внутрь от указанной оболочки.

25 8. Аппарат по п. 6, в котором указанный туннель содержит первую вертикальную стенку и вторую вертикальную стенку.

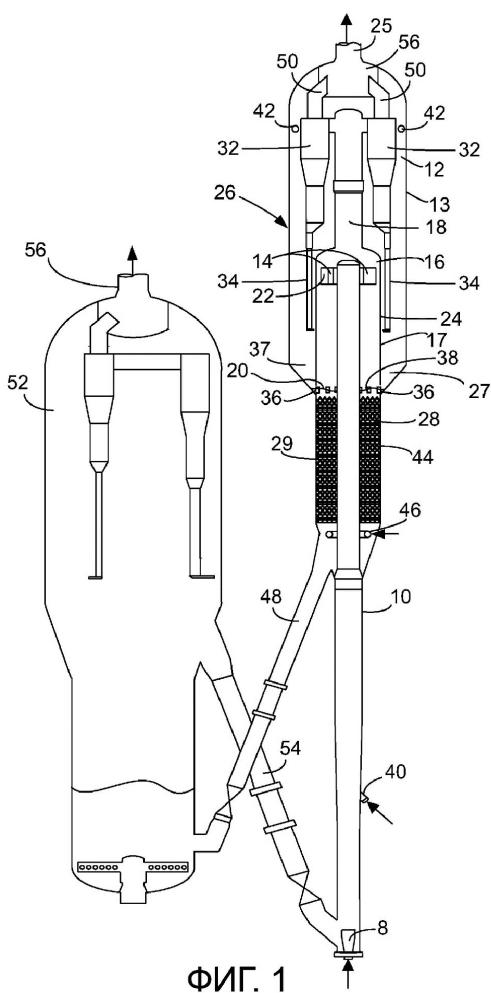
9. Аппарат по п. 8, в котором указанный туннель содержит верхнюю горизонтальную стенку, расположенную выше от указанной первой вертикальной стенки и указанной второй вертикальной стенки.

30 10. Аппарат по п. 9, дополнительно включающий перегородку под указанным туннелем, которая заходит в указанную разделительную камеру под нисходящим наклоном.

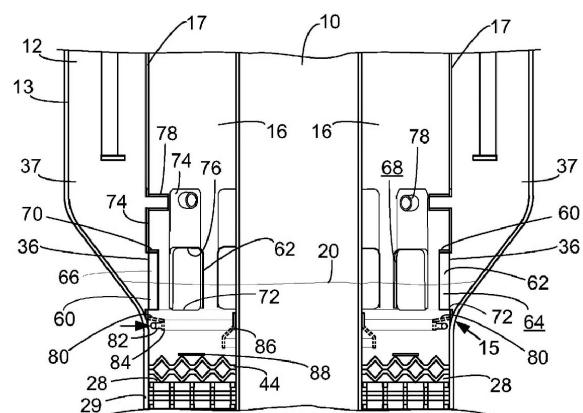
35

40

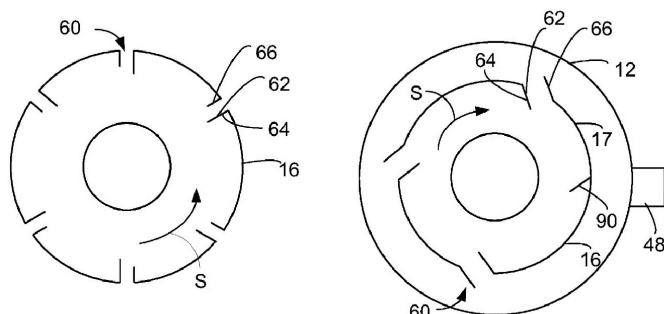
45



2/2



ФИГ. 2



ФИГ. 3

ФИГ. 4