



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 774020 A

(50) 4 В 01 J 12/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 2162762/23-26

(22) 04.08.75

(46) 30.03.86. Бюл. № 12

(71) Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева

(72) Ю.А.Колбановский и В.С.Щипачев

(53) 66.023 (088.8)

(56) Патент США № 2899199,
кл. 23-252, опублик. 1957.

Патент США № 2814551,
кл. 23-252, опублик. 1957.

(54)(57) ХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР СЖАТИЯ СВОБОДНО ПОРШНЕВОГО ТИПА, включающий укрепленный на основании корпус, имеющий цилиндрическую реакционную камеру с размещенным внутри нее свободным поршнем двухстороннего действия и с выполненными в ней отверстиями для ввода сырья и вывода продуктов, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности реактора и селективности процесса по продукту,

реакционная камера установлена вертикально, а отверстия для ввода сырья расположены на расстоянии $10d > \sqrt{2,5d}$ от отверстий для вывода продуктов из той же рабочей полости камеры, где $\sqrt{2}$ - расстояние между отверстиями для ввода сырья и вывода продуктов из той же рабочей полости, d - диаметр камеры.

2. Реактор по п.1, отличающийся тем, что отверстия для вывода продуктов снабжены управляемыми клапанами.

3. Реактор по пп.1, 2, отличающийся тем, что отверстия для ввода сырья выполнены в торце реакционной камеры и расположены симметрично относительно оси камеры.

4. Реактор по пп.1, 2, отличающийся тем, что отверстия для ввода сырья выполнены в виде кольцевых щелей, концентричных относительно оси реакционной камеры.

(19) SU (11) 774020 A

Изобретение относится к области химического машиностроения, а именно к химическим реакторам сжатия и может быть использовано в схемах химических производств для осуществления газофазных химических реакций при высоких давлениях и температурах, которые могут изменяться в широких пределах.

Известны различные варианты химических реакторов сжатия, предназначенных для осуществления реакций в газовой фазе. Отдельную группу образуют реакторы сжатия со свободными поршнями. Эти реакторы представляют собой корпус с цилиндрической реакционной камерой, закрытой с торцов, в котором реагенты сжимаются свободным, т.е. не имеющим каких-либо механических связей, поршнем.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к настоящему изобретению является химический реактор сжатия свободнопоршневого типа, содержащий укрепленный на основании корпус, имеющий цилиндрическую реакционную камеру с горизонтальной продольной осью. Внутри камеры размещен свободный поршень двухстороннего действия, делящий реакционную камеру на две рабочие полости.

Каждая рабочая полость имеет отверстия для ввода сырья и вывода продуктов реакции.

Однако во всех известных конструкциях химических реакторов сжатия свободнопоршневого типа велики силы трения между поршнем и стенками реакционной камеры, а следовательно, и потери энергии на трение. Для химического реактора сжатия свободнопоршневого типа этот недостаток имеет принципиальное значение.

Кроме того, в известных конструкциях реактора не принято никаких мер для предотвращения перемешивания сырья, поступающего в реактор, и продуктов реакции, покидающих реакционную камеру. Из-за этого снижается производительность аппарата по продукту и ухудшается селективность процесса, если продукт нестабилен (селективность по целевому продукту определяется здесь как выраженный в процентах отношение выхода целевого продукта реакции к сумме выходов всех продуктов реакции).

Это обусловлено главным образом тем, что в известных конструкциях не обеспечена полнота эвакуации из аппарата продуктов реакции. Эвакуация продуктов из аппарата можно улучшить, увеличив коэффициент продувки (т.е. отношение объема газа, выходящего из аппарата между двумя сжатиями, к объему рабочей полости). Однако такой прием приводит к разбавлению прореагировавших газов исходным сырьем, что равносильно уменьшению степени превращения сырья и, следовательно, ухудшает показатели всех последующих технологических операций, направленных на выделение целевого продукта и рециркуляцию непрореагировавшего сырья.

Цель изобретения — устранение указанного недостатка и повышение производительности реактора и селективности процесса, протекающего в реакторе по продукту.

Для достижения этой цели в известном химическом реакторе реакционная камера установлена вертикально, а отверстия для ввода сырья расположены на расстоянии $10d > 2,5d$ от отверстий для вывода продуктов из той же рабочей полости камеры, где d — расстояние между отверстиями для ввода сырья и вывода продуктов из той же рабочей полости, d — диаметр камеры. Кроме того, отверстия для вывода продуктов снабжены управляемыми клапанами, а отверстия для ввода сырья выполнены в торце реакционной камеры и расположены симметрично оси камеры.

Отверстия для ввода сырья могут быть выполнены и в виде кольцевых щелей, концентричных относительно оси реакционной камеры.

На фиг.1 представлен общий вид химического реактора сжатия, разрез; на фиг.2 изображено сечение А-А на фиг.1; на фиг.3 — нижний узел вводных отверстий, выполненных в виде кольцевых щелей, концентричных относительно оси реакционной камеры.

Химический реактор сжатия содержит корпус 1, укрепленный на основании 2. В корпусе 1 выполнена цилиндрическая реакционная камера 3, расположенная вертикально. Двухсторонний рабочий поршень 4 делит реакционную камеру 3 на две рабочие полости (верхнюю рабочую полость 5

и нижнюю рабочую полость 6) и может совершать возвратно-поступательные движения в вертикальном направлении.

В торцах реакционной камеры 3 симметрично относительно ее оси выполнено четыре отверстия 7 и четыре отверстия 8 для ввода реагентов в рабочие полости 6 и 5 соответственно. Отверстия 7 перекрываются тарельчатыми клапанами 9, управляемыми электромагнитом 10, а отверстия 8 перекрываются тарельчатыми клапанами 11, управляемыми электромагнитом 12.

Количество отверстий 7 и 8 может быть, в принципе, любым, но предпочтительно от трех до двенадцати, и они должны быть расположены симметрично относительно оси реакционной камеры 3, что позволяет равномерно распределять струю вводимого реагента по всему сечению реакционной камеры 3. Отверстия для ввода реагентов могут быть выполнены в виде кольцевой щели 13 (как показано на фиг. 3) концентричной относительно оси реакционной камеры 3.

Кольцевая щель 13 перекрывается управляемым клапаном 14 соответствующей формы.

В боковых стенках реакционной камеры 3 выполнены отверстия 15 для вывода продуктов реакции из нижней рабочей полости 6 и отверстия 16 для вывода продуктов реакции из верхней рабочей полости 5. Все отверстия 15 сообщаются с кольцевым коллектором 17, выход из которого перекрывается клапаном 18, управляемым электромагнитом 19. Аналогично отверстия 16 сообщаются с коллектором 20, выход которого перекрывается клапаном 21, управляемым электромагнитом 22.

Расстояние λ от отверстий 8 для ввода реагентов в рабочую полость 5 до отверстий 16 для вывода продуктов реакции из той же рабочей полости (как и расстояние от отверстий 7 до отверстий 15) выполнено в пределах от 2,5d до 10d.

Отверстия 15 и 16 для вывода реагентов могут в отдельных случаях не закрываться клапанами (на фиг. не показано). Однако в этом случае для исключения проскока непрореагировавших реагентов необходимо выдерживать определенные соотношения между длиной хода поршня, длиной поршня и расстоянием между отверстиями для

ввода реагентов и отверстиями для вывода продуктов реакции.

Для приведения химического реактора сжатия в действие необходимо к клапанам 9 и 11, перекрывающим отверстия 7 и 8, подвести газообразные реагенты под давлением 10–20 атм. Управляя клапанами 9, впускают в нижнюю рабочую полость 6 порцию газообразных реагентов. При этом клапаны 11 и 21 должны быть закрыты, а клапан 18 открыт. Под действием газообразных реагентов поршень 4 поднимается вверх, сжимая газ в верхней рабочей полости 5. В нижней рабочей полости 6 газ расширяется и частично вытекает через отверстия 15, поэтому давление в нижней рабочей полости 6 становится меньше давления в верхней рабочей полости 5, поршень 4 останавливается и начинает опускаться. В это время в верхнюю рабочую полость 5 через отверстия 8 должна быть подана порция газообразных реагентов, которые, расширяясь, дают дополнительный импульс поршню 4. Клапаны 18 и 9 при движении поршня 4 вниз должны быть закрыты, а клапан 21 открыт. В течение этого хода поршень 4 снимает газ и в нижней рабочей полости 6, а газ приобретает большую потенциальную энергию, чем при предыдущем ходе поршня 4 в верхней рабочей полости 5.

При движении поршня 4 вниз часть газа из верхней рабочей полости 5 вытекает через отверстия 16, так как клапан 21 будет открыт. Таким образом, количество газа в рабочих полостях 5 и 6 от хода к ходу поршня 4 не увеличивается, но на каждом ходе поршня 4 к нему подводится некоторое количество энергии за счет подачи очередной порции газообразных реагентов. Поэтому с каждым ходом поршень 4 в реакционной камере 3 движется все быстрее и соответственно сжимает газообразные реагенты до все более высоких давлений и температур.

Скорость движения поршня 4 и частота его колебаний возрастают до тех пор, пока энергия, подводимая к поршню 4 на каждом ходе, не сравняется с потерями энергии.

В установившемся режиме работа предложенного реактора осуществляется следующим образом.

Поршень 4 из нижней мертвой точки под действием сжатых под ним реагентов перемещается вверх. Давление в нижней рабочей полости 6 при этом падает и в тот момент, когда оно опускается ниже давления в подводящей магистрали, клапаны 9 открываются под действием перепада давлений, в реактор поступает свежее сырье. Электромагнит 10 закрывает клапаны 9 через, примерно, 0,01 с после начала поступления сырья. Когда нижний торец поднимающегося поршня 4 достигает отверстий 15 или несколько позже клапан 18 открывается посредством электромагнита 19. Начиная с этого момента и до возвращения нижнего торца поршня 4 на уровень отверстий 15 происходит, если клапан 18 не закрыт по команде, истечение газа из нижней рабочей полости 6. В верхней рабочей полости 5 за это время произошло сжатие, так что возврат поршня 4 происходит под действием сжатых в верхней рабочей полости 5 газов. При дальнейшем движении поршня 4 вниз он достигает нижней мертвой точки, с которой нами было начато описание его движения. Все процессы в верхней рабочей полости 5 полностью аналогичны процессам, протекающим в нижней рабочей полости 6, но происходят в противофазе.

Наличие удаленных друг от друга отверстий 7 для ввода реагентов и отверстий 15 для вывода продуктов

реакции (соответственно отверстие 8 и отверстий 16), большое число отверстий 7 и 8 для ввода реагентов, симметрично расположенных относительно оси реакционной камеры 3 (или одного - двух отверстий в виде кольцевой щели 13, изображенной на фиг.3), наличие управляемых клапанов 18 и 21 (фиг.1), а также вертикальное расположение корпуса 1 на основании 2 в существенной мере увеличивают производительность реактора сжатия по продукту и увеличивают селективность процесса, как это было показано путем направленных экспериментов на различных вариантах конструкций, лежащих в пределах изобретения.

При этом было найдено, что увеличение расстояния между отверстиями для ввода реагентов и отверстиями для вывода продуктов реакции от 1,5 диаметра реакционной камеры 3 (как это было в известной конструкции) до 10 при одновременном увеличении количества отверстий для ввода от одного до двенадцати приводит к увеличению полноты эвакуации продуктов реакции более чем в 10 раз (при коэффициенте продувки равном 1), что сопровождается соответствующим ростом производительности реактора по продукту.

Экспериментальные данные, представленные в табл.1, подтверждают большую эффективность данного реактора.

Т а б л и ц а 1

Пример	Расстояние между входными и выходными отверстиями в единицах диаметра цилиндра	Количество входных отверстий	Полнота эвакуации продуктов реакции, об. %	Примечание
1	2,5	1	79	Данные получены на специальной смеси, для которой на режиме испытаний имела место 100%-ная конверсия реагирующей составляющей исходной смеси. Все данные получены при коэффициенте продувки равном единице.
2	5,0	1	89	
3	10	1	93,5	
4	10	3	95,5	
5	10	12	96,5	
6	1,5	1	72	

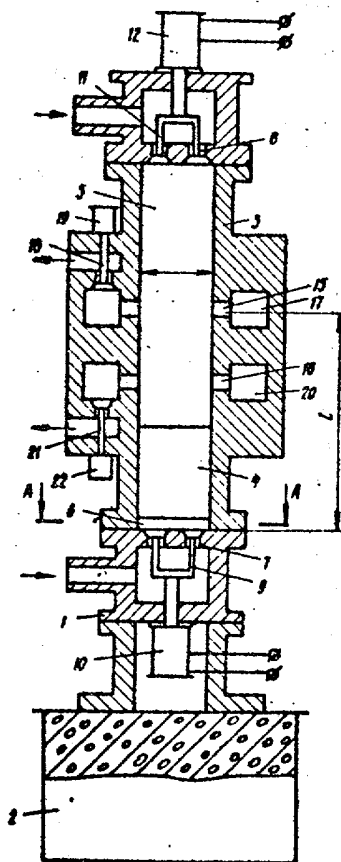
Из приведенных в табл.1 данных следует, что при использовании настоящего реактора содержание сырья в отходящих газах может быть снижено по сравнению с обычной конструкцией (см. пример 6). При этом имеет место соответствующее увеличение производительности реактора по продукту.

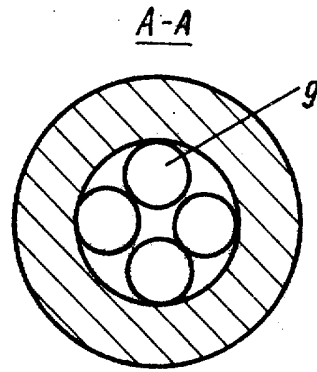
Из следующей табл.2 видно, что предлагаемая конструкция способствует увеличению селективности процесса. Данные, приведенные в этой таблице, были получены для исходного сырья, состоящего из 2 об.% ксилолов в смеси с водородом. При сжатии такой смеси происходит гидродеалкилирование, причем для выявления селективности по промежуточному продукту в качестве целевого продукта был выбран толуол. Повторное сжатие толуола в смеси с водородом приводит к дальнейшему его гидродеалкилированию до бензола. В определенной степени этот процесс успевает происходить и при однократном сжатии. Приведенные в табл.2 опыты проведены при максимальной температуре 1100°C и при коэффициенте продувки, равном единице.

Т а б л и ц а 2

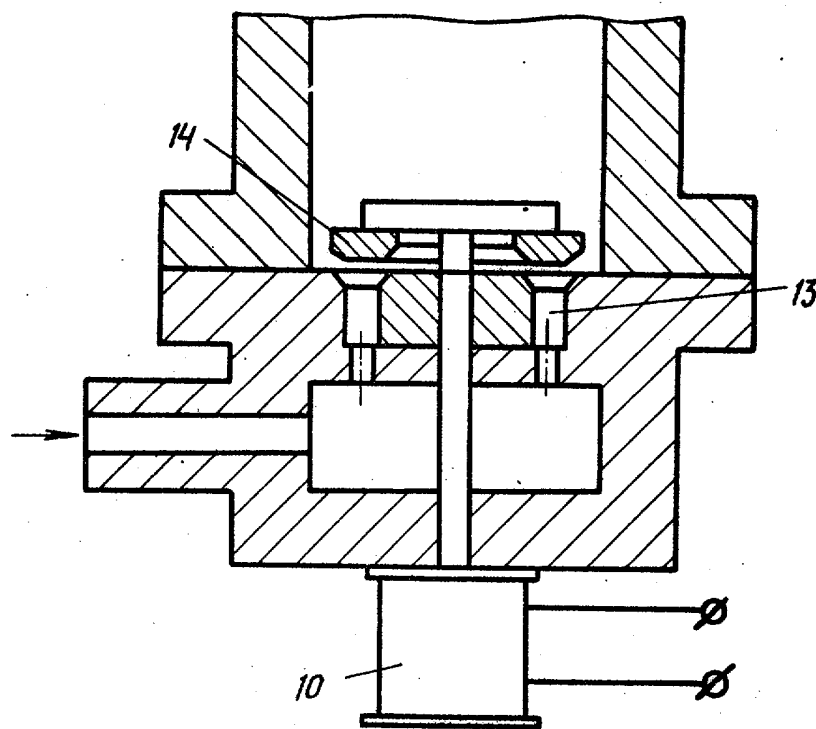
Пример	Расстояние между входными и выходными отверстиями в ед.диаметра цилиндра	Количество входных отверстий	Селективность, об. %
5			
10			
15			
20			
25			
1	2,5	1	20
2	5,0	1	40
3	10	1	51
4	10	3	63
5	10	12	70
6	1,5	1	12

Из приведенных в табл.2 данных следует, что селективность по продукту в настоящем реакторе сжатия существенно выше, чем в известном.





Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор Л.Письман

Техред О.Гортвай

Корректор В.Бутыга

Заказ 1626/4

Тираж 527

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4