



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43360 (13) C2

(51) 7 B01J8/04, B01J8/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЗМІШУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ З РІЗНИМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ, СПОСІБ ЗМІШУВАННЯ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ З РІЗНИМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ І ВИСОКОПРОДУКТИВНИЙ РЕАКТОР ГЕТЕРОГЕННОГО ЕКЗОТЕРМІЧНОГО СИНТЕЗУ

(21) 96083411

(22) 25 02 1995

(24) 17 12 2001

(31) 593/94-0

(32) 01 03 1994

(33) CH

(86) PCT/EP95/00718, 25 02 1995

(46) 17 12 2001, Бюл. № 11, 2001 р

(72) Зарді Умберто, ІТ, Пагані Джорджіо, ІТ

(73) МЕТАНОЛ КАЗАЛЕС А, СН

(56) Патент США № 3254967, МПК<sup>3</sup> B01J 8/04, опубл. 07 06 1966Патент США № 2632692, МПК<sup>3</sup> B01J 8/04, опубл. 24 03 53Патент Франції № 1555016, МПК<sup>4</sup> B01J 8/02, опубл. 24 01 69

(57) 1 Смесительное устройство для газовых потоков различной температуры, в частности для реакторов гетерогенного экзотермического синтеза, включающих в себя набор перекрывающихся каталитических слоев и, в которых, по крайней мере, один из слоев оборудован проницаемой для газа стенкой для выхода потока горячего газа, при этом устройство включает в себя перегородку, расположенную ниже и параллельно указанной проницаемой для газа стенке, вместе с которой она определяет пространство прохода газа для сбора потока указанного горячего газа, кольцеобразное отверстие для отвода потока указанного горячего газа, текущего из указанного пространства прохода газа, определенного между указанной перегородкой и указанной стенкой, поддерживающей, по крайней мере, один указанный слой, связанный с реактором, перфорированный распределитель потока охлаждающего газа, закрепленный под указанной перегородкой на предварительном определенном расстоянии от указанного кольцеобразного отверстия, отличающееся тем, что указанное пространство прохода газа для сбора потока горячего газа имеет постоянную толщину относительно указанного кольцеобразного отверстия, а также тем, что отношение ширины указанного кольцеобразного отверстия к толщине указанного пространства прохода газа находится в пределах от 0,2 до 1

2 Смесительное устройство по п. 1, отличающееся тем, что распределитель имеет близкую к тороидальной форму и включает в себя, по край-

ней мере, один ряд отверстий, расположенных через определенные промежутки и с определенным шагом и находящихся на его образующей

3 Смесительное устройство по п. 2, отличающееся тем, что указанные отверстия имеют диаметр от 5 мм до 15 мм

4 Смесительное устройство по п. 2, отличающееся тем, что шаг между двумя соседними отверстиями указанного, по крайней мере, одного ряда отверстий составляет от 20 мм до 60 мм

5 Смесительное устройство по п. 2, отличающееся тем, что распределитель включает в себя первый и второй ряд перекрывающихся отверстий, указанные первый и второй ряды определены горизонтальной плоскостью, проходящей через ось распределителя под углом  $\alpha$ , составляющим от  $-10^\circ$  до  $+10^\circ$  и от  $-20^\circ$  до  $-40^\circ$  соответственно

6 Смесительное устройство по п. 1, отличающееся тем, что расстояние между указанным распределителем и указанной боковой стенкой, поддерживающей указанный, по крайней мере, один слой, составляет от 1 до 3 ширин указанного кольцеобразного отверстия

7 Смесительное устройство по п. 6, отличающееся тем, что расстояние от распределителя до указанной перегородки составляет от 0,25 до 0,5 расстояния между распределителем и указанной боковой стенкой

8 Смесительное устройство по п. 1, отличающееся тем, что оно включает в себя дополнительно отражатель, расположенный под указанной перегородкой на расстоянии от 300 мм до 500 мм

9 Смесительное устройство по п. 8, отличающееся тем, что перегородка выполнена с плоской частью и конической частью

10 Смесительное устройство по п. 8, отличающееся тем, что указанный дефлектор включает в себя дополнительно набор лопастей, расположенных перпендикулярно указанной конической части

11 Способ смешивания газовых потоков разной температуры, в частности для реакторов гетерогенного экзотермического синтеза, в которых выполняют набор перекрывающихся каталитических слоев, отличающийся тем, что, по крайней мере, один из слоев оборудуют проницаемой для газа стенкой для выхода потока горячего газа, при этом подают газообразные реагенты в указанный, по

крайней мере, один каталитический слой, осуществляют реагирование указанных газообразных реагентов в указанном, по крайней мере, одном каталитическом слое, собирают поток горячих реакционных газов, выходящего через указанную проницаемую для газа стенку в пространство прохода газа, определенную между указанным, по крайней мере, одним каталитическим слоем и перегородкой, расположенной ниже и параллельно ему, выравнивают скорости течения потока горячего газа, вытекающего из пространства прохода газа путем воздействия на него предварительно определенной величины падения давления, вводят в полученный таким образом поток горячего газа поток охлаждающего газа, вытекающего с предварительно определенной скоростью из перфорированного распределителя, располагаемого под перегородкой на предварительно определенном расстоянии от кольцеобразного отверстия

12 Способ по п. 11, отличающийся тем, что величину падения давления потока горячего газа выбирают в пределах от  $0,5 \times 10^{-3}$  бар до  $8 \times 10^{-3}$  бар

13 Способ по п. 12, отличающийся тем, что величину падения давления потока горячего газа выбирают в пределах от  $2,5 \times 10^{-3}$  бар до  $4 \times 10^{-3}$  бар

14 Способ по п. 11, отличающийся тем, что скорость потока охлаждающего газа, вытекающего из перфорированного распределителя, выбирают в пределах от 20 до 50 м/с

15 Высокопроизводительный реактор гетерогенного экзотермического синтеза, включающий в себя кожух, набор перекрывающихся каталитических слоев, расположенных внутри указанного кожуха через определенные промежутки, каждый из указанных слоев оборудован проницаемой для газа стенкой для выхода газа, отличающийся тем, что в нем размещено смесительное устройство для газовых потоков различной температуры, располагаемое между двух слоев, при этом в устройстве выполнена перегородка, расположенная ниже и параллельно проницаемой для газа стенке, вместе с которой она определяет пространство

прохода газа для сбора потока горячего газа, кольцеобразное отверстие для отвода потока горячего газа, текущего из пространства прохода газа, определенного между перегородкой и стенкой, поддерживающей, по крайней мере, один слой, связанный с реактором, перфорированный распределитель потока охлаждающего газа, закрепленный под перегородкой на предварительной определенном расстоянии от кольцеобразного отверстия, при этом пространство прохода газа для сбора потока горячего газа имеет постоянную толщину относительно кольцеобразного отверстия, а также тем, что отношение ширины кольцеобразного отверстия к толщине пространства прохода газа определено в пределах от 0,2 до 1, кроме того, распределитель имеет близкую к тороидальной форму и включает в себя, по крайней мере, один ряд отверстий, расположенных через определенные промежутки и с определенным шагом и находящихся на его образующей, причем эти отверстия имеют диаметр от 5 мм до 15 мм, а шаг между двумя соседними отверстиями, по крайней мере, одного ряда отверстий составляет от 20 мм до 60 мм, кроме того, в распределитель включены первый и второй ряд перекрывающихся отверстий, которые ограничены горизонтальной плоскостью, проходящей через ось распределителя под углом  $\alpha$ , составляющим от  $-10^\circ$  до  $+10^\circ$  и от  $-20^\circ$  до  $-40^\circ$  соответственно, при этом расстояние между распределителем и боковой стенкой, поддерживающей, по крайней мере, один слой, составляет от 1 до 3 ширин кольцеобразного отверстия, а расстояние от распределителя до перегородки составляет от 0,25 до 0,5 расстояния между распределителем и указанной боковой стенкой, кроме того, в устройство дополнительно включен отражатель, расположенный под перегородкой на расстоянии от 300 мм до 500 мм, а перегородка включает в себя плоскую часть и коническую часть, кроме того, в дефлектор включен дополнительно набор попастей, расположенных перпендикулярно конической части

Изобретение относится к химической технологии, а именно к смесительному устройству для потоков газов разной температуры, способ смешивания газовых потоков разной температуры и высокопроизводительный реактор гетерогенного экзотермического синтеза, включающих в себя набор перекрывающихся каталитических слоев, в, по крайней мере, одном из которых выполнена проницаемая для газа стенка для отвода горячего газа, а также перегородку, расположенную ниже и параллельно проницаемой для газа стенке, вместе с которой она определяет пространство прохода газа для сбора потока указанного горячего газа, круглое отверстие для отвода потока указанного горячего газа, текущего из указанного пространства прохода газа, определенного между указанной перегородкой и указанной стенкой, поддерживающей по крайней мере один указанный слой, связанный с реактором, перфорированный распределитель для потока охлаждающего газа, под-

держиваемый под указанной перегородкой на предварительно определенном расстоянии от указанного кольцеобразного отверстия

В представленном ниже описании и формуле изобретения под термином "горячий газ" подразумевают частично прореагировавший газ или смесь газов, вытекающих из каталитического слоя синтетического реактора, в котором они вступили в экзотермическую реакцию. Например, в экзотермической гетерогенной реакции синтеза метанола газ, как правило, имеют температуру от  $240^\circ\text{C}$  до  $290^\circ\text{C}$ .

В противоположность этому, под термином "охлаждающий газ" подразумевают охлаждающий газ, имеющий более низкую температуру, чем частично прореагировавший газ, вытекающий из каталитического слоя. Обычно указанный газ состоит из предварительно определенной части реагирующих газов и, в реакции синтеза метанола, имеет температуру от  $60^\circ\text{C}$  до  $200^\circ\text{C}$ .

В терминологии, используемой в данной области, охлаждающий газ также иногда определяют термином "гасящий газ"

Как известно, во время прохождения гетерогенной экзотермической реакции синтеза необходимо охлаждать поток горячего газа, вытекающий из каждого каталитического слоя, с целью снижения его температуры до уровня, обеспечивающего максимальный процент прореагирования его в следующем слое

Для этого реакторы, предназначенные для проведения реакций этого типа, оборудуют приспособлениями или смесительными устройствами, предназначенными для охлаждения частично прореагировавших газовых смесей текущих через один каталитический слой или между несколькими перекрывающимися каталитическими слоями

В качестве прототипа выбрано смесительное устройство для газовых потоков различной температуры, в частности для реакторов гетерогенного экзотермического синтеза, включающих в себя набор перекрывающихся каталитических слоев и, в которых, по крайней мере, один из слоев оборудован проницаемой для газа стенкой для выхода потока горячего газа, при этом устройство включает в себя перегородку, расположенную ниже и параллельно указанной проницаемой для газа стенке, вместе с которой она определяет пространство прохода газа для сбора потока указанного горячего газа, кольцеобразное отверстие для отвода потока указанного горячего газа, текущего из пространства прохода газа, определенного между перегородкой и стенкой, поддерживающей, по крайней мере, один указанный слой, связанный с реактором, перфорированный распределитель потока охлаждающего газа, закрепленный под указанной перегородкой на предварительно определенном расстоянии от указанного кольцеобразного отверстия (см патент US, A, 3254967, 07 06 66 МКИ<sup>6</sup> B01J 8/04)

В качестве прототипа способа смешивания газовых потоков разной температуры выбран способ смешивания газовых потоков разной температуры, в частности для реакторов гетерогенного экзотермического синтеза, в которых выполняют набор перекрывающихся каталитических слоев (см патент US, A, 2632692, 24 03 53 МКИ<sup>6</sup> B01J 8/04)

Для высокопроизводительного реактора гетерогенного экзотермического синтеза в качестве прототипа выбран высокопроизводительный реактор гетерогенного экзотермического синтеза, включающий в себя кожух, набор перекрывающихся каталитических слоев, расположенных внутри указанного кожуха через определенные промежутки, каждый из указанных слоев оборудован проницаемой для газа стенкой для выхода газа (см патент FR, A, 1555016 24 01 69 МКИ<sup>6</sup> B01J 8/02)

Указанное смесительное устройство включает в себя перегородку, расположенную ниже и параллельно проницаемому для газа основанию, по крайней мере, одного каталитического слоя, вместе с которым она определяет пространство прохода газа для сбора потока горячего газа, вытекающего из, по крайней мере, одного каталитического слоя. Между этой перегородкой и боковой стенкой реактора, поддерживающей, по

крайней мере, один слой устанавливается кольцеобразное отверстие для выпуска потока указанного горячего газа из пространства прохода газа

Под указанной перегородкой на предварительно определенном расстоянии от кольцеобразного отверстия расположен перфорированный распределитель для потока охлаждающего газа

Смешивание потока горячего синтетического газа с потоком охлаждающего газа происходит в периферической зоне реактора около боковой стенки, поддерживающей каталитические слои

Хотя, с одной стороны, устройство этого типа позволяет в определенной степени произвести смешивание газовых потоков, с другой стороны, невозможно достичь достаточно полного смешивания горячих газов и холодных газов до того, как они войдут в контакт со следующим каталитическим слоем

К тому же, устройство, созданное на основе имеющихся разработок, по способно корректировать и выравнять какие-либо локальные отклонения температуры и скорости потока горячих газов, вытекающих из указанного кольцеобразного отверстия

Эти локальные отклонения скорости потока и температуры вызваны тем, что поток горячих газов, вытекающих из слоя, содержащего, как правило, гранулярную каталитическую массу, подвержен неконтролируемым изменениям скорости потока, также сильно проявляется так называемое явление "слеживания" катализатора

Другими словами, выше описанное смесительное устройство не позволяет достигнуть ни оптимальной степени смешивания горячих и холодных газовых потоков, ни независимой компенсации каких-либо локальных отклонений скорости течения и температуры газового потока

Неспособность известных устройств корректировать эти изменения неизбежно приводит к неоптимальному смешиванию холодных газов и горячих газов и, вследствие этого, образованию разниц температур в локальных газовых потоках с отклонениями, превышающими 20°C в газовом потоке, вытекающем из смесительного устройства

В основе заявленной группы изобретений, связанных единым изобретательским замыслом лежит техническая задача, состоящая в создании смесительного устройства для газовых потоков разных температур, в частности для реакторов гетерогенного экзотермического синтеза, позволяющего достигнуть достаточно полного и равномерного смешивания горячих газов и холодных газов и способного самостоятельно корректировать любые локальные отклонения скорости потока горячего газа

Решение этой задачи достигается тем, что в известном смесительном устройстве для газовых потоков различной температуры, расположенном между двух каталитических слоев с перегородкой, расположенной ниже и параллельно проницаемой для газа стенке, вместе с которой она определяет пространство прохода газа для сбора потока горячего газа, оборудованном кольцеобразным отверстием для отвода потока горячего газа, текущего из пространства прохода газа, определенного между перегородкой и стенкой, поддерживающей, по крайней мере, один слой, связанный с

ром, и перфорированным распределителем потока охлаждающего газа, закрепленным под перегородкой на предварительной определенном расстоянии от кольцеобразного отверстия, пространство прохода газа для сбора потока горячего газа выполнено с постоянной толщиной относительно кольцеобразного отверстия, а также тем, что отношение ширины кольцеобразного отверстия к толщине пространства прохода газа определено в пределах от 0,2 до 1, кроме того распределитель имеет близкую к тороидальной форму и включает в себя, по крайней мере, один ряд отверстий, расположенных через определенные промежутки и с определенным шагом и находящихся на его образующей, причем эти отверстия имеют диаметр от 5 мм до 15 мм, а шаг между двумя соседними отверстиями, по крайней мере, одного ряда отверстий составляет от 20 мм до 60 мм, кроме того в распределителе включены первый и второй ряд перекрывающихся отверстий, которые ограничены горизонтальной плоскостью, проходящей через ось распределителя под углом  $\alpha$ , составляющим от  $-10^\circ$  до  $+10^\circ$  и от  $-20^\circ$  до  $-40^\circ$  соответственно, при этом расстояние между распределителем и боковой стенкой, поддерживающей, по крайней мере один слой, составляет от 1 до 3 ширины кольцеобразного отверстия, а расстояние от распределителя до перегородки составляет от 0,25 до 0,5 расстояния между распределителем и указанной боковой стенкой, кроме того в устройство дополнительно включен отражатель, расположенный под перегородкой на расстоянии от 300 мм до 500 мм, а перегородка включает в себя плоскую часть и коническую часть, кроме того дополнительно в дефлектор включен набор лопастей, расположенных перпендикулярно конической части

Поставленная задача решена в устройстве представленного выше типа за счет того, что толщина слоя потока горячего газа, проходящего через пространство горячего газа имеет постоянную относительно кольцеобразного отверстия величину и тем, что отношение ширины кольцеобразного отверстия к указанной толщине слоя потока газа, проходящего через пространство находится в пределах от 0,2 до 1

В соответствии с данным изобретением было обнаружено, что любые локальные отклонения потока горячего газа, вытекающего из указанного пространства прохода газа сглаживаются, когда толщина слоя для прохода газа постоянна относительно кольцеобразного отверстия и когда отношение ширины указанного круглого отверстия к толщине указанного слоя газа в пространстве прохода газа лежит в указанных пределах, поскольку в потоке происходит падение давления предварительно определенной величины

Перераспределенная таким образом скорость потока горячего газа остается постоянной в течение времени, обратно пропорционального указанному выше отношению

Это условие необходимо для достижения равномерного распределения температуры в газовом потоке, вытекающем из смесительного устройства, с колебаниями температуры, сведенными к нескольким градусам по Цельсию

Указанное падение давления, которому подвергается поток горячего газа, зависит от указанного отношения ширины указанного кольцеобразного отверстия к толщине слоя потока газа, проходящего через пространство и предпочтительно находится между  $0,5 \times 10^{-3}$  бар и  $6 \times 10^{-3}$  бар, в зависимости от характеристик процесса гетерогенного синтеза

В реакторах гетерогенного экзотермического синтеза рассмотренного типа толщина слоя потока газа, проходящего через пространство, зависит от размеров соответствующих каталитических слоев и находится в пределах от минимум 60 мм до максимум 300 мм, как правило, в пределах от 120 мм до 180 мм

Распределитель предпочтительно имеет близкую к тороидальной форму и включает в себя, по крайней мере, один ряд отверстий, расположенных через определенные промежутки и с шагом и находящихся на его образующей

Диаметр отверстий ряда или рядов отверстий должен быть таким, чтобы обеспечить всасывающее или захватывающее воздействие струй охлаждающего газа на весь поток горячего газа, исходящий из находящегося выше пространства для прохода газа и оптимальное проникновение в него Шаг также определяют таким образом, чтобы обеспечить небольшую интерференцию между струями охлаждающего газа

Для этого отверстия преимущественно имеют диаметр от 5 мм до 15 мм, в то время как шаг предпочтительно составляет от 20 мм до 60 мм

Выбор значений в пределах определенных выше границ зависит от физических характеристик газов, которые необходимо смешивать, в частности от отношения скоростей течения газовых потоков

Упомянутые выше характеристики падения давления, всасывания и проникновения позволяют достигать оптимальной степени смешивания горячих и холодных газов сразу же за распределителем

В зависимости от характеристик процесса гетерогенного синтеза, количества рядов и диаметра отверстий, а также выбранного шага, специалисту в данной области будет достаточно просто определить давление потока охлаждающего газа в распределителе для достижения желаемого эффекта всасывания и проникновения, описанных выше

В конкретном и наиболее выгодном воплощении настоящего смесительного устройства распределитель включает в себя первый и второй ряды противоположащих отверстий, расположенных в горизонтальной плоскости, проходящей через ось распределителя под углом от  $-10^\circ$  до  $+10^\circ$  и от  $-20^\circ$  до  $-40^\circ$  соответственно

Второй ряд осуществляет полное всасывание потока газа, включающего также охлаждающий газ, введенный через первый ряд, таким образом приводя к имеющему преимущество более глубокому смешиванию газовых потоков

Также было обнаружено, что для оптимального смешивания горячего газа с охлаждающим газом предпочтительно, чтобы тороидальный распределитель не перекрывался с вытекающим из

пространства для прохода газа потоком горячего газа

Таким образом, можно обеспечить равномерное давление за кольцеобразным отверстием и, следовательно, способствовать поддержанию равномерной скорости течения потока горячего газа, а также обеспечить интенсивные рециркуляции указанного горячего газа, наличие которых вокруг распределителя необходимо для достижения отверстий без чрезмерных падений давления

В соответствии с изобретением, расстояние между распределителем и боковой стенкой, поддерживающей каталитический слой или слои также предпочтительно составляет от 1 до 3 ширины указанного кольцеобразного отверстия

Расстояние от распределителя до перегородки предпочтительно составляет от 0,25 до 0,5 расстояний между распределителем и боковой стенкой

Смесительное устройство преимущественно также включает в себя отражатель или генератор турбулентности, который располагают под перегородкой на расстоянии от 300 до 500 мм для обеспечения более полного смешивания горячих газов и холодных газов

В конкретном и наиболее выгодном воплощении отражатель включает в себя плоскую часть и коническую часть, которая включает в себя ряд лопастей, перпендикулярных ей и обращенных в направлении указанной перегородки с тем, чтобы сообщать потоку смешанного газа вращательное движение. Это вращательное движение смешанного газа позволяет дополнительно устранить любые локальные различия температур, вызванные неравномерным распределением катализатора в слое, вследствие так называемого явления "слеживания" катализатора

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения, поставленная задача достигается также тем, что в известном способе смешивания газовых потоков разной температуры, в частности для реакторов гетерогенного экзотермического синтеза, в которых выполняют набор перекрывающихся каталитических слоев, по крайней мере, один из слоев оборудуют проницаемой для газа стенкой для выхода потока горячего газа, при этом подают газообразные реагенты в, по крайней мере, один каталитический слой, осуществляют реагирование газообразных реагентов в, по крайней мере, одном каталитическом слое, собирают поток горячих реакционных газов, выходящего через проницаемую для газа стенку в пространство прохода газа, определенную между, по крайней мере, одним каталитическим слоем и перегородкой, расположенной ниже и параллельно ему, выравнивают скорости течения потока горячего газа, вытекающего из пространства прохода газа путем воздействия на него предварительно определенной величины падения давления, вводят в полученный таким образом поток горячего газа поток охлаждающего газа, вытекающего с предварительно определенной скоростью из перфорированного распределителя, располагаемого под перегородкой на предварительно определенном расстоянии от кольцеобразного отверстия, кроме того, величину падения давления потока горячего газа выбирают в пределах от  $0,5 \times 10^{-3}$  бар до  $6 \times$

$\times 10^{-3}$  бар, или, предпочтительно, в пределах от  $2,5 \times 10^{-3}$  бар до  $4 \times 10^{-3}$  бар, а также скорость потока охлаждающего газа, вытекающего из перфорированного распределителя выбирают в пределах от 20 до 50 м/с

Путем такого воздействия скорость течения потока горячего газа, вытекающего из пространства прохода газа, становится равномерной даже локально, в результате чего получают газовый поток, вытекающий из смесительного устройства, с практически постоянной температурой, с отклонениями температуры, не превышающими приблизительно  $3^{\circ}\text{C}$

Скорость потока охлаждающего газа, вытекающего из распределителя, должна быть такой, чтобы обеспечить одновременно захватывающее или всасывающее воздействие на весь поток горячего газа, вытекающий из расположенного выше пространства для прохода газа и оптимальное проникновение в последний

Было обнаружено, что таким образом достигается быстрое смешивание газовых потоков без локальных различий температуры

Для этого скорость потока охлаждающего газа, вытекающего из перфорированного распределителя, должна находиться в пределах от 20 до 50 м/с. Выбор значений в пределах определенных выше границ зависит от физических характеристик смешиваемых газов, в частности от отношения скоростей течения газовых потоков

Поставленная задача достигается также тем, что в известном высокопроизводительном реакторе гетерогенного экзотермического синтеза, включающем в себя кожух, набор перекрывающихся каталитических слоев, расположенных внутри кожуха через определенные промежутки, каждый из слоев оборудован проницаемой для газа стенкой для выхода газа, размещено смесительное устройство для газовых потоков различной температуры, располагаемое между двух слоев, при этом в устройстве выполнена перегородка, расположенная ниже и параллельно проницаемой для газа стенке, вместе с которой она определяет пространство прохода газа для сбора потока горячего газа, кольцеобразное отверстие для отвода потока горячего газа, текущего из пространства прохода газа, определенного между перегородкой и стенкой, поддерживающей, по крайней мере, один слой, связанный с реактором, перфорированный распределитель потока охлаждающего газа, закрепленный под перегородкой на предварительной определенном расстоянии от кольцеобразного отверстия, при этом пространство прохода газа для сбора потока горячего газа имеет постоянную толщину относительно кольцеобразного отверстия, а также тем, что отношение ширины кольцеобразного отверстия к толщине пространства прохода газа определено в пределах от 0,2 до 1, кроме того распределитель имеет близкую к тороидальной форму и включает в себя, по крайней мере, один ряд отверстий, расположенных через определенные промежутки и с определенным шагом и находящихся на его образующей, причем эти отверстия имеют диаметр от 5 мм до 15 мм, а шаг между двумя соседними отверстиями, по крайней мере, одного ряда отверстий составляет от 20 мм до 60 мм, кроме того в

распределитель включены первый и второй ряд перекрывающихся отверстий, которые ограничены горизонтальной плоскостью, проходящей через ось распределителя под углом  $\alpha$ , составляющим от  $-10^\circ$  до  $+10^\circ$  и от  $-20^\circ$  до  $-40^\circ$  соответственно, при этом расстояние между распределителем и боковой стенкой, поддерживающей, по крайней мере один слой, составляет от 1 до 3 ширины кольцеобразного отверстия, а расстояние от распределителя до перегородки составляет от 0,25 до 0,5 расстояния между распределителем и указанной боковой стенкой, кроме того в устройстве дополнительно включен отражатель, расположенный под перегородкой на расстоянии от 300 мм до 500 мм, а перегородка включает в себя плоскую часть и коническую часть, кроме того в дефлектор включен дополнительно набор лопастей, расположенных перпендикулярно конической части

Характеристики и преимущества заявляемого изобретения изложены в описании воплощения смесительного устройства, в соответствии с настоящим изобретением, представленного примера со ссылками на прилагаемые рисунки

На рисунках

- фиг. 1 представляет вид продольного сечения реактора гетерогенного экзотермического синтеза вместе со смесительным устройством в соответствии с настоящим изобретением,

- фиг. 2 представляет вид фронтального сечения в увеличенном масштабе с некоторыми деталями смесительного устройства, объединенного с реактором с фиг. 1, и

- фиг. 3 представляет вид фронтального сечения в увеличенном масштабе с некоторыми деталями альтернативного воплощения смесительного устройства с фиг. 2

На фиг. 1 знак ссылки 1 обозначает весь реактор гетерогенного экзотермического синтеза, в частности для синтеза метанола

Реактор 1 включает в себя внешний трубчатый кожух 2, снабженный сверху форсункой 3 для введения реагирующих газов и снизу форсункой 4 для выпуска продуктов реакции

Знаки ссылки 5a-5d обозначают соответствующие каталитические слои, поддерживаемые на определенном расстоянии друг от друга в кожухе 2 при помощи трубчатой перекладины 7, расположенной соосно с кожухом

Слои 5a-5c имеют основание, включающее проницаемую для газа стенку 6

На фиг. 1-3 знак ссылки 9 обозначает общий вид смесительного устройства для газовых потоков, выполненное в соответствии с настоящим изобретением

Смесительное устройство 9 включает в себя перегородку 10, расположенную ниже и параллельно проницаемой для газа стенке 6, например стенке 6 слоя 5a, вместе с которой она определяет пространство прохода газа 11 для сбора потока А частично прореагировавшего газа

Между перегородкой 10 и внутренней стенкой кожуха 2 расположено кольцеобразное отверстие 12 для выпуска указанного потока А из пространства прохода газа 11

Перфорированный распределитель 13 потока В охлаждающего газа расположен под указанной перегородкой 10 на предварительно опре-

деленном расстоянии от указанного кольцеобразного отверстия. Распределитель 13 имеет близкую к тороидальной форму и включает в себя два ряда отверстий 14, расположенных через определенные промежутки и с определенным шагом и находящихся на его образующей

В предпочтительном варианте воплощения отверстия 14 распределителя 13 имеют диаметр от 6 до 12 мм, а шаг между двумя соседними отверстиями двух рядов составляет от 20 до 60 мм

Два ряда определены горизонтальной плоскостью, проходящей через ось распределителя 13 под углом  $\alpha$  от  $+10^\circ$  до  $-20^\circ$ , соответственно

Шаг и диаметр упомянутых выше отверстий 14 обеспечивают оптимальное проникновение потока В охлаждающего газа и всасывание всего потока А горячего газа, вытекающего из пространства для прохода газа 11

Предпочтительно, чтобы ширина b отверстия 12 была в пределах от 24 мм до 180 мм, расстояние С между распределителем 13 и внутренней стенкой кожуха 2 было в пределах от 1,5 до 2,5 b, а расстояние d между распределителем 13 и перегородкой 10 было в пределах от 0,25 до 0,4 c

В показанном на фиг. 3 примере смесительное устройство 9 включает в себя отражатель 15, состоящий из плоской части 15' и конической части 15'' различной длины, размещенный под перегородкой 10, предпочтительно на расстоянии от 350 до 450 мм для содействия рециркуляции потоков А и В и их тесному контакту

Угол наклона конической поверхности 15'' по отношению к плоской поверхности 15' предпочтительно меньше  $45^\circ$

Предпочтительно, чтобы коническая часть отражателя 15 включала ряд лопастей 16, перпендикулярных ей и обращенных в направлении перегородки 10 для устранения любых локальных разниц температуры

В не показанном альтернативном варианте воплощения изобретения отражатель 15 может включать в себя по крайней мере три части различной длины и с углами относительно горизонтальной плоскости в пределах от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , например три части с углами  $0^\circ$ ,  $25^\circ$  и  $90^\circ$  соответственно

Посредством смесительного устройства 9, описанного выше, представляемый настоящим изобретением способ смешивания осуществляется между соседними каталитическими слоями реактора, например между слоями 5a-5b, следующим образом

На первом этапе газовые реагенты подают в слой 5a, оборудованный проницаемой для газа стенкой 6, где они частично вступают в реакцию

На втором этапе поток А горячего газа, вытекающий через указанную проницаемую для газа стенку 6 собирают в пространстве прохода газа 11, расположенного между слоем 5a и перегородкой 10, расположенной ниже и параллельно ему

На третьем этапе скорость течения потока А горячего газа, вытекающего из указанного пространства и прохода газа 11, по возможности выравнивают по всей периферии перегородки 10 путем воздействия на указанный поток А до падения давления до предварительно определенной величины

Предпочтительно, чтобы величина падения давления лежала в пределах от 2,5 х 10 бар до 4 х 10 бар

На следующем этапе поток охлаждающего газа В, вытекающий с предварительно определенной скоростью из распределителя 13, вводят в поток А горячего газа, вытекающий с равномерной скоростью из площади прохода газа 11

Предпочтительно, скорость потока В охлаждающего газа из распределителя 13 находится в пределах от 28 до 45 м/с

Таким образом, можно с достаточной эффективностью получать за распределителем 13 в значительной степени свободный от радиальных градиентов температуры поток смешанного газа А-В

Смесительное устройство и способ данного изобретения могут выгодно применяться в реакторах, в которых осуществляются разного рода реакции гетерогенного синтеза, например синтез аммиака. В этом случае внутри внешнего кожуха предусматривают контейнер, поддерживающий каталитические слои

Смесительное устройство располагают между двумя соседними каталитическими слоями внутри контейнера так же, как в примере реактора синтеза метанола, показанным на фиг 1

#### Пример 1.

Возможности компенсации локальных изменений скорости потока горячего газа в смесительном устройстве в соответствии с фиг 3 и в смесительном устройстве в соответствии с Европейским патентом EP-A-0 359 952 моделировали при помощи программы моделирования динамики потоков, известной под названием "Флуэнт", предлагаемой компанией Флуэнт Еуропиен Лтд, Шеффилд, Великобритания

В нижеследующих таблицах 1 и 2 сравниваются локальные различия температуры в потоке

смешанного газа А-В, вытекающем из смесительного устройства

В обоих случаях температуры, приведенные в таблице 2 относятся к температуре газового потока А-В в пяти различных измерительных точках, оборудованных за отражателем на равном расстоянии друг от друга по полуокружности с радиусом, равным половине радиуса реактора или смесительного устройства

Для моделирования локальных отклонений скорости течения потоку горячего газа, вытекающему из пространства для прохода газа была придана мгновенная величина, равная 50% предполагаемой для условий стационарной и непрерывной работы, например относительно центральной измерительной точки

Температуру потока смешанного газа в каждой из измерительных точек определяли при помощи указанной программы моделирования

Как видно из таблицы 2, смесительное устройство в соответствии с настоящим изобретением, в отличие от существующих разработок, позволяет достигать оптимального смешивания потоков газа даже при наличии отклонений от локальных скоростей течения газа, вытекающего из пространства для прохода газа

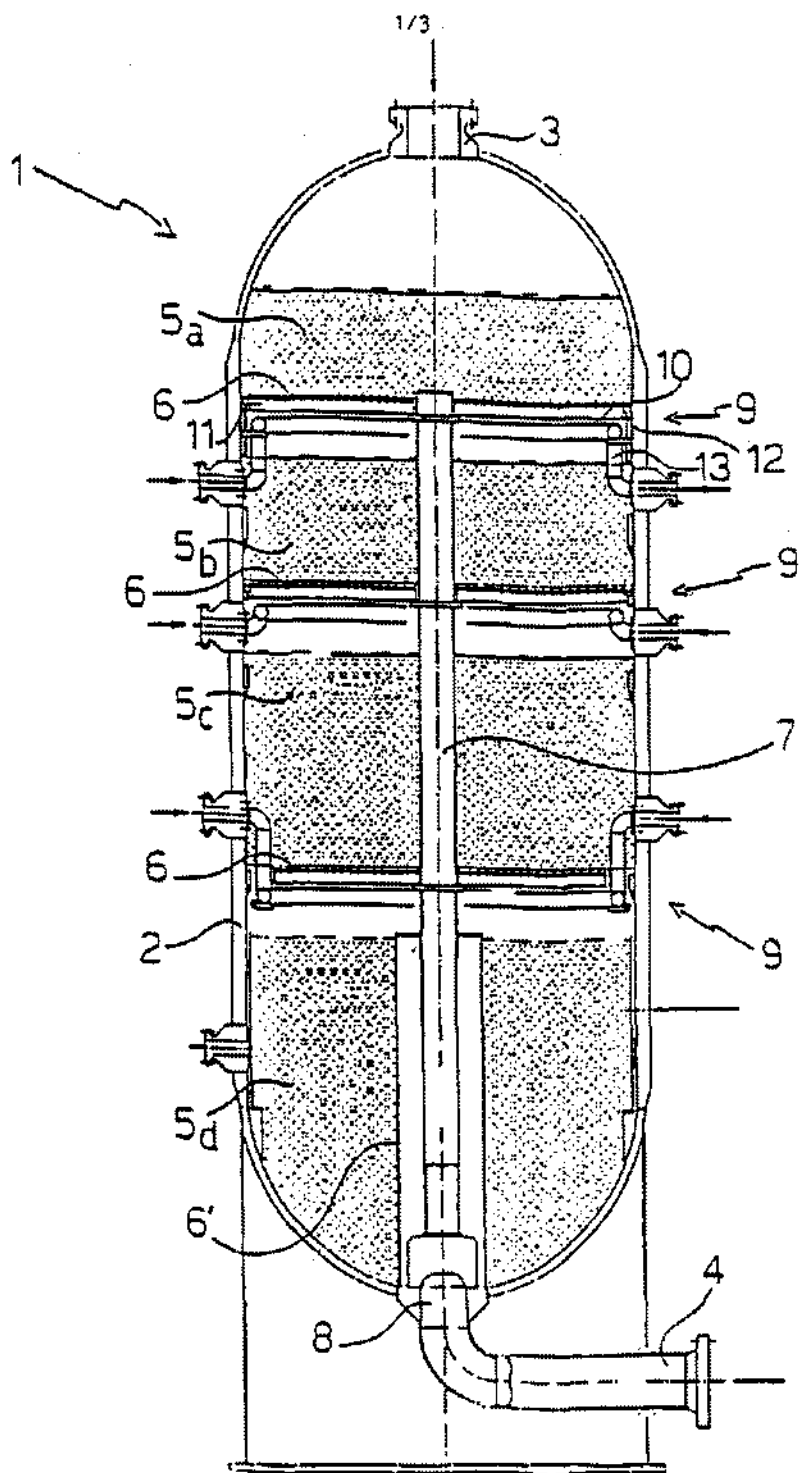
Из вышеизложенного очевидны многочисленные преимущества, предоставляемые смесительным устройством по данному изобретению

- оптимальная степень смешивания газовых потоков, имеющих различную температуру,
- способность компенсировать возможные локальные различия в скорости потока горячего газа и, следовательно, способность поддерживать постоянные условия смешивания,
- способность повышать выход продуктов реакции в реакторе гетерогенного экзотермического синтеза

Таблица 1

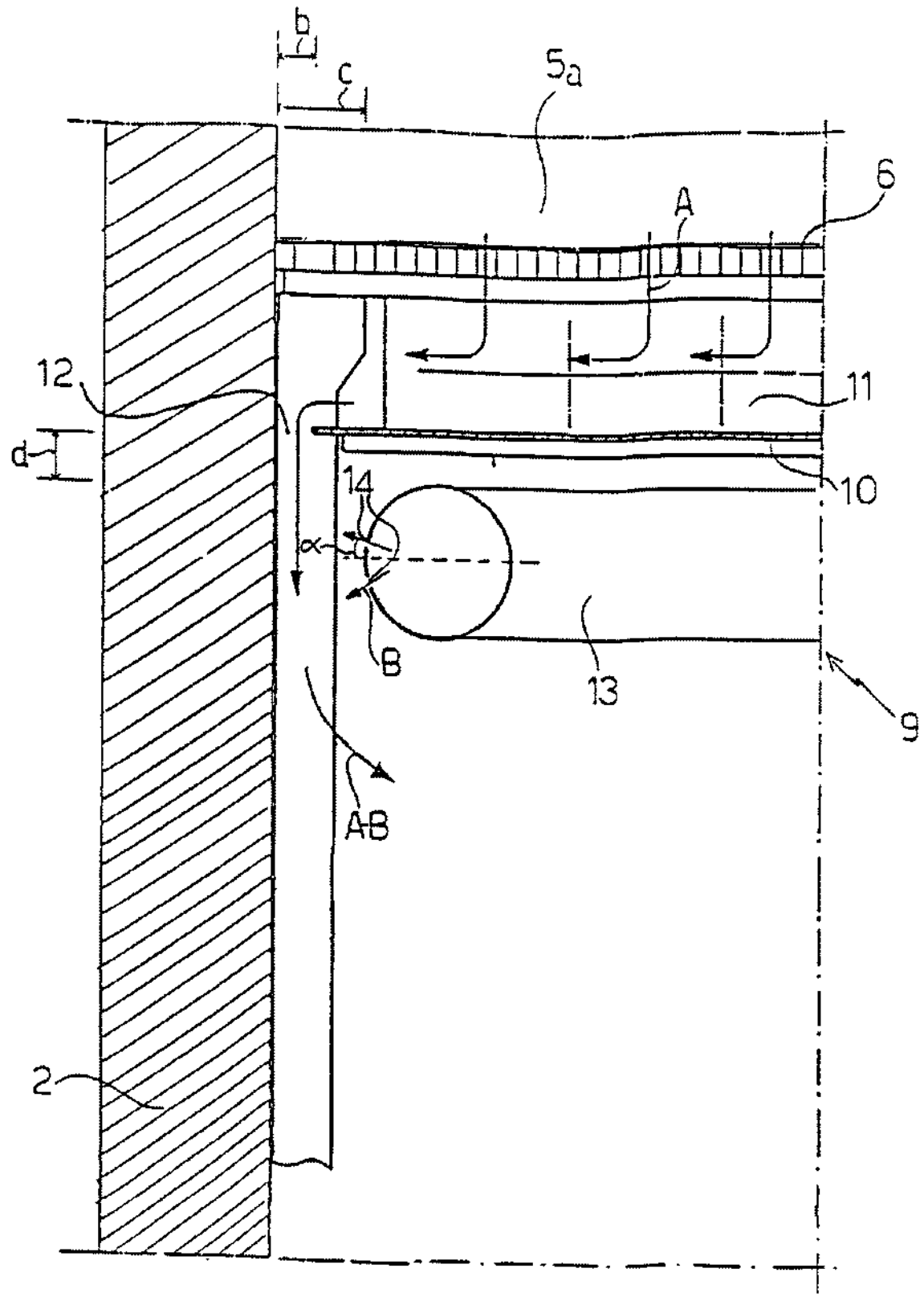
Данные	EP-A-0 359 952	Изобретение
<u>Пространство прохода газа</u>		
Толщина (мм)	160	160
Кольцеобразное отверстие b (мм)	200	80
<u>Распределитель</u>		
Расстояние c (мм)	160	160
Расстояние d (мм)	10	40
Количество рядов отверстий	3	2
Диаметр отверстий (мм)	16	7
Шаг отверстий (мм)	150	50
<u>Поток газа А</u>		
Температура (°C)	267	267
Скорость течения (средняя) (м/с)	7,05	7,05
<u>Поток газа В</u>		
Температура (°C)	57	57
Давление в выходном отверстии распределителя (бар)	82,7	82,7
Скорость течения (м/с)	0,684	0,684
<u>Падение давления р</u>		
Выходное отверстие пространства для прохода газа(мм Н <sub>2</sub> O)	2,0	32

Измерительные точки	1	2	3	4	5
<u>Заявляемое изобретение</u>					
Температура потока А-В смешанного газа (°C)	239	237	236	237	239
<u>EP-A-0 359 952</u>					
Температура потока А-В смешанного газа (°C)	240	240	219	240	240

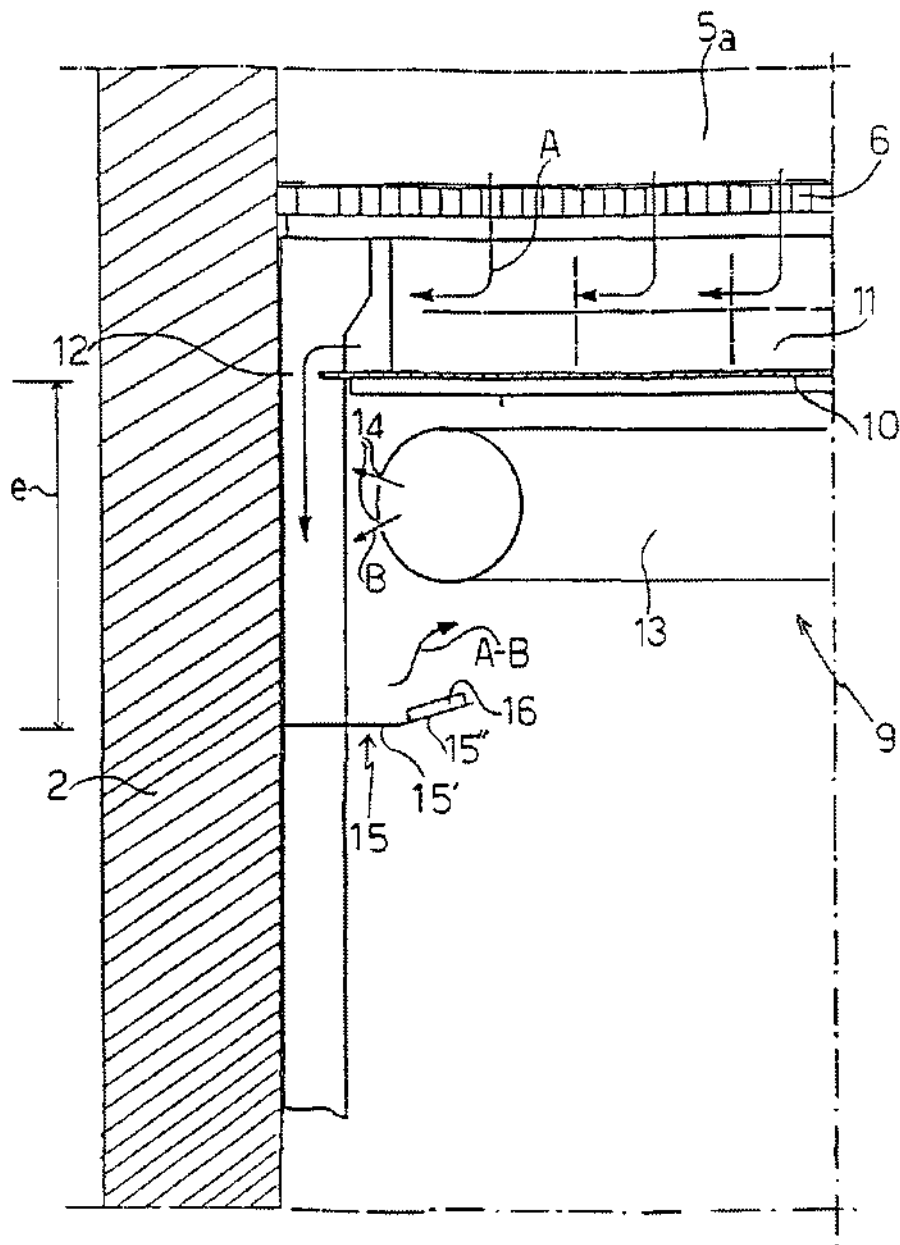


Фиг. 1





Фиг. 2



Фиг. 3

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03