

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037190**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.02.17

(21) Номер заявки
201991539

(22) Дата подачи заявки
2017.10.31

(51) Int. Cl. **G01L 13/00** (2006.01)
B01J 4/00 (2006.01)
B01J 8/24 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЫРЬЯ В РЕАКТОРЕ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ**

(31) **201611207919.3**

(32) **2016.12.23**

(33) **CN**

(43) **2019.11.29**

(86) **PCT/CN2017/108460**

(87) **WO 2018/113417 2018.06.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЧАЙНА ПЕТРОЛЕУМ ЕНД
КЕМИКАЛ КОРПОРЕЙШН;
ШАНХАЙ РИСЕРЧ ИНСТИТЮТ
ОФ ПЕТРОКЕМИКАЛ
ТЕКНОЛОДЖИ СИНОПЕК (CN)**

(56) **CN-U-206648775
CN-A-103908930
CN-U-205797156
US-A-4865540**

(72) Изобретатель:
Чжао Лэ, У Лянхуа (CN)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(57) Раскрыта система регулирования перепада давления и способ регулирования для распределителя (10) сырья в реакторе (100) с псевдоожиженным слоем. Система содержит измерительный блок (5), выполненный с возможностью измерения перепада давления между первым отверстием (2) для измерения давления и вторым отверстием (3) для измерения давления распределителя (10) сырья, при этом первое отверстие (2) для измерения давления расположено во входной трубе распределителя (10) сырья рядом со стенкой (4) реактора с псевдоожиженным слоем, а второе отверстие (3) для измерения давления расположено в области стенки (4) реактора между воздухораспределительной пластиной (6) реактора (100) с псевдоожиженным слоем и выходным отверстием для газа патрубка распределителя (10) сырья; блок передачи, выполненный с возможностью поддержания связи с измерительным блоком (5) и получения сигнала о перепаде давления; и обрабатывающий блок, выполненный с возможностью определения нормальной или ненормальной работы распределителя (10) сырья на основе сигнала о перепаде давления.

037190 B1

037190 B1

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Настоящая заявка заявляет приоритет китайской патентной заявки CN201611207919.3 под заголовком "Pressure drop control system and method for feed distributor of fluidized bed reactor", поданной 23.12.2016, которая во всей полноте включена в данный документ посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к системе регулирования перепада давления и к способу регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдоожиженным слоем, и, в частности, к системе регулирования перепада давления и способу регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе окислительного аминирования.

Предпосылки изобретения

Акрилонитрил представляет собой важный химический материал в нефтегазохимической отрасли. В разных странах мира акрилонитрил обычно получают путем одностадийного окислительного аминирования. Конкретнее, воздух, пропилен и аммиак, смешанные в определенной пропорции, подвергаются реакции селективного окисления между пропиленом и аммиаком в присутствии катализатора при определенных условиях реакции с образованием акрилонитрила, а также ацетонитрила и цианистого водорода в качестве побочных продуктов. Реакция может выделять большое количество тепла. На фиг. 1 схематически показан промышленный или (коммерческий) реактор 1 с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила. Реактор 1 с псевдоожиженным слоем содержит стенку 40 реактора, отверстие 80 для поступления воздуха, воздухораспределительную пластину 60, распределитель 10 сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, охлаждающую катушку 70 и циклон (не показан).

Стандартный распределитель сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, реактора с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила обычно представляет собой многотрубчатый распределитель, который содержит вход, главную трубу, отводные трубы и патрубки. Трубы находятся в соединении по текучей среде. Сырьевой газ поступает в распределитель через вход в распределитель и протекает от главной трубы до отводных труб, соединенных с главной трубой, а затем протекает, как показано на фиг. 2, через отверстия 13 отвода 12 в патрубки 15 и, наконец, в слой в реакторе с псевдоожиженным слоем. Таким образом, сырьевой газ распределяется в слой с помощью труб распределителя.

При окислительном аминировании пропилена, проведенном в реакторе с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила, перепад давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, в псевдоожиженном слое является значимым параметром. Как показано на фиг. 2, указанный перепад давления представляет собой разницу между давлением в отводе 12 и на конце патрубка 15. Надлежащая конструкция распределителя сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, с учетом перепада давления, обеспечивает реактор равным количеством сырьевого газа в виде пропилена и аммиака в его секционных зонах блока. Поэтому необходимо, чтобы все сырьевые газы, вытекающие из патрубков распределителя, были количественно равны. Протекание сырьевого газа через отверстие вызывает локальную потерю давления, которое, как показано на фиг. 2, представляет собой разницу между давлением в отводе 12 и на конце патрубка 15 (а именно, на выходном отверстии для газа патрубка 15). Такая разница давления представляет собой перепад давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак.

Характеристики распределителя сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, могут непосредственно влиять на результаты реакции селективного окисления между пропиленом и аммиаком. Для равномерного распределения газа и предотвращения серьезной неравномерности распределения газа в результате определенного колебания или уменьшения нагрузки обычно требуется, чтобы распределитель имел достаточный перепад давления. Достаточно часто ученые в качестве цели своих исследований рассматривают отношение перепада давления ΔP_d в распределителе к перепаду давления ΔP_b в слое. Чем больше соотношение $\Delta P_d/\Delta P_b$, тем более равномерно распределяется газ, но слишком большой перепад давления может привести к большому энергопотреблению.

В публикации, не относящейся к патентной тематике, A Study on Production Capacity Enhancement of Acrylonitrile Device (Yu Fei et al, Contemporary Chemical Industry, 2005, том 34, выпуск 5, стр. 345-353) описывается, что после увеличения производственной мощности акрилонитрильного устройства, скорость потока газа, проходящего через отверстие, увеличивается, что ускоряет истирание катализатора, нарушая тем самым общее псевдоожиженное состояние. В этой публикации, однако, не раскрываются ни способ измерения скорости потока газа, проходящего через отверстие, ни способ измерения перепада давления в распределителе. Кроме того, скорость потока газа, проходящего через отверстие, и перепад давления в распределителе, раскрытом в этой публикации, являются результатами регулирования идеального состояния, а не результатами реальных измерений.

А также, благодаря постоянному совершенствованию технологий, связанных с акрилонитрилом, улучшаются индекс активности (выход целевого продукта из конверсии пропилена) катализаторов, стойкость к истиранию частиц катализатора и коэффициент разделения циклонов. Для повышения производственной мощности акрилонитрильного устройства, однако, необходимо, чтобы реактор имел более высокую рабочую скорость. Низкий перепад давления в распределителе может легко привести к неравно-

мерному распределению сырьевого газа или возможному обратному потоку катализатора, вызванному низкой скоростью потока газа, проходящего через отверстие, и относительно большим диаметром отверстия, в частности, в крупном реакторе с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила с диаметром более 8,5 м. Низкий перепад давления в распределителе сырья может влиять непосредственно на результаты реакции и при долгосрочном стабильном производстве он не целесообразен.

С целью решения описанной выше технической проблемы, необходимо обеспечить систему мониторинга перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдоожиженным слоем.

Краткое описание изобретения

Для решения вышеуказанной проблемы настоящее изобретение предоставляет систему регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдоожиженным слоем и способ регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе окислительного аминирования. Система регулирования перепада давления и способ, применяемый для измерения перепада давления, обеспечивают возможность мониторинга в режиме реального времени рабочего состояния распределителя сырья, предварительной установки рабочего состояния распределителя сырья и выполнения соответствующих действий, позволяющих удерживать перепад давления в распределителе сырья в предустановленном диапазоне, благодаря чему обеспечивается нормальная работа распределителя сырья.

С целью достижения вышеуказанного технического эффекта в настоящем изобретении предоставляется система регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдоожиженным слоем. Система регулирования перепада давления содержит измерительный блок, который выполнен с возможностью измерения перепада давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления в распределителе сырья, при этом первое отверстие для измерения давления расположено во входной трубе распределителя сырья рядом со стенкой реактора с псевдоожиженным слоем, а второе отверстие для измерения давления расположено в области стенки реактора между воздухораспределительной пластиной реактора с псевдоожиженным слоем и выходным отверстием для газа патрубка распределителя сырья; блок передачи, который выполнен с возможностью поддержания связи с измерительным блоком и получения сигнала о перепаде давления, измеренном измерительным блоком; и обрабатывающий блок, который выполнен с возможностью мониторинга нормальной или ненормальной работы распределителя сырья. Когда перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 25-160% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, обрабатывающий блок определяет, что распределитель сырья работает нормально. Когда обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения или меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок выполняет соответствующие действия, чтобы таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до значения в пределах предустановленного диапазона.

Система регулирования перепада давления дополнительно содержит продувочные блоки, которые обеспечены в зоне первого отверстия для измерения давления и второго отверстия для измерения давления соответственно.

Согласно системе регулирования перепада давления каждый из продувочных блоков выполнен с возможностью подачи продувочного газа с объемной скоростью потока меньше или равной $10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Согласно системе регулирования перепада давления, если перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 35-140% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, обрабатывающий блок определяет, что распределитель сырья работает нормально.

Система регулирования перепада давления дополнительно содержит устройство для продувки азотом. Когда обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок включает устройство для продувки азотом, чтобы таким образом обеспечить продувку распределителя сырья.

Система регулирования перепада давления дополнительно содержит устройство для продувки азотом. Когда обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок включает устройство для продувки азотом, чтобы таким образом обеспечить подачу газообразного азота в распределитель сырья, посредством которого перепад давления в распределителе сырья может быть восстановлен до значения в пределах предустановленного диапазона.

Согласно системе регулирования перепада давления измерительный блок содержит первое устройство для измерения давления, которое обеспечено в зоне первого отверстия для измерения давления, и второе устройство для измерения давления, которое обеспечено в зоне второго отверстия для измерения давления. Блок передачи выполнен с возможностью поддержания связи с первым устройством для измерения давления и вторым устройством для измерения давления соответственно, а обрабатывающий блок выполнен с возможностью выполнения логического расчета разности давления, чтобы таким образом получить перепад давления в распределителе сырья.

Согласно системе регулирования перепада давления измерительный блок содержит устройство для

измерения перепада давления, которое выполнено с возможностью измерения перепада давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления. Устройство для измерения перепада давления дополнительно выполнено с возможностью поддержания связи с блоком передачи.

Система регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдоожиженным слоем, предоставленная в настоящем изобретении, способна точно измерять перепад давления в распределителе сырья. В системе блок передачи передает сигнал об измеренном перепаде давления на обрабатывающий блок, а обрабатывающий блок отслеживает, нормально или ненормально работает распределитель сырья согласно измеренному перепаду давления. Таким образом, точно определяется рабочее состояние распределителя сырья. Кроме того, если обрабатывающий блок определил, что распределитель сырья работает ненормально, обрабатывающий блок выполняет соответствующие обрабатывающие действия, чтобы таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до пределов предустановленного диапазона. Конкретнее, система регулирования перепада давления по настоящему изобретению дополнительно содержит устройство для продувки азотом. Когда перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения диапазона значений перепада давления, в пределах которого распределитель сырья работает нормально, обрабатывающий блок включает устройство для продувки азотом, которое подает под высоким давлением газообразный азот в распределитель сырья, чтобы таким образом продуть распределитель сырья. Таким образом, ни одно из отверстий распределителя сырья не блокируется, и, следовательно, перепад давления в распределителе сырья достигает нормального значения. Когда перепад давления в распределителе сырья меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона перепада давления, устройство для продувки азотом подает под высоким давлением газообразный азот в распределитель сырья, чтобы таким образом обеспечить достижение нормального значения перепада давления в распределителе сырья.

Настоящее изобретение дополнительно предоставляет способ регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдоожиженным слоем. Способ включает следующие этапы.

На этапе S1) измеряют перепад давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления распределителя сырья. Первое отверстие для измерения давления расположено во входной трубе распределителя сырья рядом со стенкой реактора с псевдоожиженным слоем, а второе отверстие для измерения давления расположено в области стенки реактора между воздухораспределительной пластиной реактора с псевдоожиженным слоем и выходным отверстием для газа патрубка распределителя сырья.

На этапе S2) вычисляют перепад давления в распределителе сырья согласно перепаду давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления, и определяют нормальную или ненормальную работу распределителя сырья. Когда перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 25-160% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, обрабатывающий блок определяет, что распределитель сырья работает нормально. Когда обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения или меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок выполняет соответствующие действия, чтобы таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до значения в пределах предустановленного диапазона.

Согласно способу регулирования перепада давления, если перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 35-140% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, таким образом определяют, что распределитель сырья работает нормально.

Согласно способу регулирования перепада давления на этапе S2), когда определяют, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения предустановленного диапазона, газообразный азот подают в распределитель сырья, чтобы таким образом обеспечить продувку распределителя сырья.

Согласно способу регулирования перепада давления на этапе S2), когда определяют, что перепад давления в распределителе сырья меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, газообразный азот подают в распределитель сырья до тех пор, пока перепад давления в распределителе сырья не будет восстановлен до значения в пределах предустановленного диапазона.

Согласно способу регулирования на этапе S1) продувочный газ с объемной скоростью потока 0-10 $\text{м}^3/\text{ч}$ подается в первое отверстие для измерения давления и во второе отверстие для измерения давления.

Согласно способу регулирования на этапе S1) продувочный газ с объемной скоростью потока 1-10 $\text{м}^3/\text{ч}$ подается в первое отверстие для измерения давления и во второе отверстие для измерения давления.

Способ регулирования перепада давления, предоставленный в настоящем изобретении, обеспечивает возможность измерения перепада давления в распределителе сырья и определения нормальной или ненормальной работы распределителя сырья в соответствии с измеренным перепадом давления. Таким

образом, точно определяется рабочее состояние распределителя сырья. Когда определяется, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения или меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, то обрабатывающим блоком выполняются соответствующие действия, позволяющие таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до значения в пределах предустановленного диапазона.

Краткое описание графических материалов

Прилагаемые графические материалы предоставлены для пояснения настоящего раскрытия, а не для ограничения объема настоящей заявки каким-либо образом. Формы и размеры компонентов на фигурах являются только иллюстративными и предназначены для понимания настоящего раскрытия, а не для ограничения конкретных форм и размеров компонентов. Специалисты в данной области техники могут реализовать настоящее раскрытие путем выбора возможных форм и размеров компонентов, как это требуется в соответствии с идеями настоящего раскрытия.

На фиг. 1 схематически изображен реактор окислительного аминирования пропилена в псевдооживленном слое из предшествующего уровня техники;

на фиг. 2 схематически изображен патрубок распределителя сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, в известном уровне техники;

на фиг. 3 схематически изображена система мониторинга перепада давления для распределителя сырья в настоящем раскрытии и

на фиг. 4 схематически изображена система мониторинга перепада давления для распределителя сырья в настоящем раскрытии.

На фигурах одинаковые компоненты обозначены одинаковыми ссылочными позициями. Фигуры показаны не в реальном масштабе.

Перечень ссылочных позиций

Для предшествующего уровня техники:

- 1 - реактор окислительного аминирования пропилена в псевдооживленном слое;
- 10 - распределитель сырья, представляющего собой пропилен и аммиак;
- 40 - стенка реактора;
- 60 - воздухораспределительная пластина;
- 70 - охлаждающая катушка;
- 80 - отверстие для поступления воздуха;
- 12 - отводная труба;
- 13 - отверстие;
- 14 - патрубок.

Для настоящего раскрытия:

- 100 - реактор окислительного аминирования пропилена в псевдооживленном слое;
- 2 - первое отверстие для измерения давления;
- 3 - второе отверстие для измерения давления;
- 4 - стенка реактора;
- 5 - измерительный блок;
- 6 - воздухораспределительная пластина;
- 7 - охлаждающая катушка;
- 8 - отверстие для поступления воздуха;
- 9 - устройство для продувки азотом под высоким давлением;
- 10 - распределитель сырья.

Подробное описание вариантов осуществления

Настоящее раскрытие будет объяснено подробно со ссылкой на прилагаемые фигуры.

Главным образом требуется, чтобы реактор с псевдооживленным слоем был обеспечен равным количеством подаваемого газа в своих секционных зонах блока. Другими словами, необходимо, чтобы все сырьевые газы, вытекающие из патрубков распределителя сырья, были количественно одинаковыми, так как смесь газа пропилена и аммиака при протекании через различные отверстия имеет одну и ту же скорость. Однако трудно измерить и контролировать скорость смешанного газа, когда он проходит через отверстия. Поэтому трудно получить данные о рабочем состоянии реактора непосредственно из скорости потока газа, когда он протекает через отверстия.

Изобретатель данного изобретения после длительных исследований обнаружил, что перепад давления ΔP_d в распределителе сырья относится к скорости смешанного газа, когда смешанный газ протекает через отверстия. Во время нормальной работы реактора, в случае блокирования некоторых отверстий распределителя сырья, увеличивается количество газов, протекающих через другие отверстия, что позволяет увеличить среднюю скорость газов (также называемую средней скоростью потока газа, проходящего через отверстие), протекающих через эти отверстия. Такой результат представлен за счет увеличения перепада давления ΔP_d на пластине распределения сырья. Когда трубы распределителя сырья подвержены азотному охрупчиванию, больше сырьевого газа проходит через трещины в трубах и поступает

в слой в реакторе, что снижает количество газа, протекающего через отверстия, и дополнительно снижает среднюю скорость потока газа, проходящего через отверстия. Такой результат представлен за счет увеличения перепада давления ΔP_d на пластине распределения сырья.

Как указано выше на фиг. 2, разница между давлением в отводе 12 и на выходном отверстии для газа (также на конце) из патрубка 15 представляет собой перепад давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак. Перепад давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, также представляет собой разницу давления между давлением газа на входе в отверстие 13 отвода 12 и на конце патрубка 15. Однако во время практического производственного процесса сложно измерить разницу давления между компонентами, как показано на фиг. 2. И вот почему: во-первых, температура реакции реактора высокая, обычно выше 400°C, что может вызвать повреждение датчика, и во-вторых, размещение датчика в распределителе сырья может оказывать влияние на подачу сырья в распределитель сырья и может легко привести к неравномерности распределения сырья.

В ходе исследований и опытов было обнаружено, что потери давления смеси газа пропилена и аммиака очень небольшие, когда газовая смесь вытекает из входной трубы распределителя 10 сырья в отвод 12 (специальная позиция показана на фиг. 2) и когда она поступает в слой катализатора через патрубок 15. Такие небольшие потери давления можно проигнорировать, в отличие от перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, как определено выше. На основании этого факта в данном раскрытии предоставляется устройство и способ регулирования перепада давления ΔP_d для распределителя сырья.

Конкретнее, как показано на фиг. 4, система регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе с псевдооживленным слоем, представленная в настоящем раскрытии, содержит измерительный блок перепада давления (также называемый детектор перепада давления), блок передачи и обрабатывающий блок. Когда обрабатывающий блок обнаруживает, что перепад давления в распределителе сырья находится не в предустановленном диапазоне, обрабатывающий блок выполняет соответствующие обрабатывающие действия, чтобы таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до пределов предустановленного диапазона. Таким образом, осуществляется контроль перепада давления в распределителе сырья и, следовательно, обеспечивается нормальная работа.

Конкретнее, как показано на фиг. 3 и 4, система регулирования перепада давления ΔP_d распределителя 10 сырья по настоящему изобретению содержит измерительный блок 5, блок передачи и обрабатывающий блок (не показаны на фигурах). Измерительный блок 5 выполнен с возможностью измерения перепада давления между первым отверстием 2 для измерения давления и вторым отверстием 3 для измерения давления. Указанный перепад давления берется в качестве перепада давления ΔP_d в распределителе 10 сырья. Блок передачи выполнен с возможностью получения данных перепада давления, измеренного измерительным блоком 5, а обрабатывающий блок выполнен с возможностью мониторинга нормальной или ненормальной работы распределителя сырья в соответствии с перепадом давления (перепадом давления ΔP_d в распределителе 10 сырья), измеренным измерительным блоком 5. Если распределитель сырья не работает нормально, обрабатывающий блок выполняет соответствующее обрабатывающее действие, чтобы обеспечить нормальную работу распределителя сырья.

Предпочтительно первое отверстие 2 для измерения давления обеспечено во входной трубе распределителя 10 сырья возле стенки 4 реактора для измерения давления смеси газа пропилена и аммиака на входе в распределитель 10 сырья. Второе отверстие 3 для измерения давления предпочтительно расположено на части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной 6 и концом патрубка 15 распределителя 10 сырья, предназначено для измерения давления смеси газа пропилена и аммиака на выходе из патрубка 15 распределителя 10 сырья. Типы измерительного блока 5 специально не определены. Для измерения давлений смешанного газа в первом отверстии 2 для измерения давления и во втором отверстии 3 для измерения давления могут быть использованы различные манометры, затем сигналы с данными давления с манометров отправляются на блок передачи. Обрабатывающий блок затем вычисляет разницу между двумя давлениями с помощью логического расчета разности давления, таким образом, получая перепад давления ΔP_d в распределителе 10 сырья. За счет обеспечения датчиков давления соответственно во входной трубе распределителя 10 сырья возле стенки 4 реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной 6 и концом патрубка 15 распределителя 10 сырья, могут быть точно измерены показатели давления смеси газа на входе в распределитель 10 и на выходе из патрубка 15 распределителя 10 сырья. Разница между двумя давлениями берется в качестве перепада давления ΔP_d в распределителе 10 сырья. Таким образом, обеспечивается точное измерение перепада давления ΔP_d в распределителе 10 сырья. Кроме того, поскольку температуры в первом отверстии 2 для измерения давления и во втором отверстии 3 для измерения давления относительно низкие, манометры не будут повреждены и на подачу сырья в распределитель сырья не будет оказано влияние. Альтернативно, манометр перепада давления может быть использован для измерения напрямую перепада давления между первым отверстием 2 для измерения давления и вторым отверстием 3 для измерения давления и передачи сигнала с данными перепада давления на блок передачи.

Типы обрабатывающего блока специально не определены. Предпочтительно обрабатывающий блок

представляет собой распределенную систему регулирования (систему регулирования DCS), которая может показать визуально различимые изменения перепада давления, т.е. изменения перепада давления ΔP_d в распределителе 10 сырья.

Предпочтительно, чтобы избежать блокирования катализатором отверстий для измерения давления, первое отверстие 2 для измерения давления и второе отверстие 3 для измерения давления соответственно обеспечены одинаковым продувочным газом при одинаковых рабочих условиях (не показано на фигурах), продувочный газ характеризуется объемной скоростью потока 0-10 $\text{нм}^3/\text{ч}$, предпочтительно 1-10 $\text{нм}^3/\text{ч}$, с помощью которого можно предотвратить блокирование катализатором отверстий для измерения давления. Поскольку первое отверстие 2 для измерения давления и второе отверстие 3 для измерения давления обеспечены одинаковыми продувочными газами при одинаковых рабочих условиях, продувочные газы не оказывают влияния на результаты измерения перепада давления в распределителе сырья. В случае, если скорость продувочного газа слишком высокая, это может оказать влияние на слой катализатора.

Кроме того, как показано на фиг. 4, система регулирования перепада давления по настоящему изобретению дополнительно содержит устройство 9 для продувки азотом под высоким давлением (устройство HPN), которое соединено с распределителем 10 сырья. Когда система регулирования DCS определяет, что измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья находится за пределами предустановленного диапазона, автоматически включается устройство для продувки азотом под высоким давлением и газообразный азот вводится под высоким давлением в распределитель 10 сырья.

Система регулирования перепада давления ΔP_d распределителя сырья по настоящему изобретению обеспечивает возможность измерения перепада давления ΔP_d в распределителе сырья и мониторинга нормальной или ненормальной работы распределителя сырья. В процессе получения акрилонитрила раскрыв отверстия распределителя сырья влияет на изменение скорости сырьевого газа, проходящего через отверстие, и такого рода фактор сам по себе служит доказательством изменения перепада давления ΔP_d в распределителе сырья. Таким образом, обеспечивается возможность определения нормальной или ненормальной работы распределителя сырья посредством мониторинга изменения перепада давления ΔP_d на пластине распределения сырья.

Во время нормальной работы реактора 100 с псевдооживленным слоем, когда заблокированы некоторые отверстия распределителя сырья, увеличивается количество газа, проходящего через другие отверстия, и, следовательно, увеличивается средняя скорость потока газа, проходящего через эти отверстия. Такой результат сам по себе служит доказательством об увеличении перепада давления ΔP_d в распределителе 10 сырья. Когда трубы распределителя сырья подвержены азотному охрупчиванию, больше сырьевого газа проходит через трещины в трубах и поступает в слой, что снижает количество газа, протекающего через отверстия, и дополнительно снижает среднюю скорость потока газа, проходящего через отверстия. Такой результат представлен за счет увеличения перепада давления ΔP_d на пластине распределения сырья. Увеличение или уменьшение перепада давления в распределителе сырья указывает на ненормальную работу распределителя сырья.

Конкретнее, в системе мониторинга значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, данные о давлении, полученные измерительным блоком, передаются на систему регулирования DCS. Когда измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья составляет 25-160% перепада давления ΔP_b в слое, это определяется, как нормальная работа распределителя сырья. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья предпочтительно составляет 30-150% или более предпочтительно 35-140% перепада давления ΔP_b в слое.

Наоборот, если измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья находится за пределами вышеупомянутого диапазона, это определяется как ненормальная работа распределителя 10 сырья.

Конкретнее, во время работы реактора 100 с псевдооживленным слоем, когда измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья больше верхнего предельного значения в указанном диапазоне, система регулирования DCS выдает предупреждение о верхнем предельном значении, указывающее на возможное блокирование некоторых отверстий распределителя 10 сырья, и автоматически включает устройство 9 для продувки азотом под высоким давлением с целью продувки распределителя сырья путем введения газообразного азота под высоким давлением в распределитель 10 сырья. Блокирование таким образом устраняется. Когда измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья меньше нижнего предельного значения указанного диапазона, система регулирования DCS выдает предупреждение о нижнем предельном значении, указывающее на возможное азотное охрупчивание распределителя сырья, представляющего собой пропилен и аммиак.

Во время работы реактора 100 с псевдооживленным слоем в режиме перегрузки количество сырьевого газа, вытекающего из всех отверстий распределителя сырья, увеличивается по сравнению с работой реактора 100 с псевдооживленным слоем с полной нагрузкой. У такого устройства скорость газа, когда он проходит через отверстия, тоже увеличивается, а также увеличивается перепад давления ΔP_d в распределителе сырья. Согласно настоящему изобретению в системе мониторинга значение перепада давления

ΔP_d в распределителе сырья, данные о давлении, полученные измерительным блоком, передаются на систему регулирования DCS. Система регулирования DCS выдает предупреждение о верхнем предельном значении. Перепад давления ΔP_d в распределителе сырья должен быть установлен не больше установленного верхнего предельного значения. Например, верхнее предельное значение может быть установлено на 160% перепада давления ΔP_b в слое реактора.

Во время работы реактора 100 с псевдоожиженным слоем в режиме низкой нагрузки количество сырьевого газа, вытекающего из всех отверстий распределителя сырья, в то же время уменьшается по сравнению с работой реактора 100 с псевдоожиженным слоем с полной нагрузкой. У такого реактора 100 с псевдоожиженным слоем скорость газа, когда он проходит через отверстия, тоже уменьшается, что представлено уменьшением перепада давления ΔP_d в распределителе сырья. В чрезвычайно сложном случае на распределение газа в распределителе сырья оказывается влияние, что может привести в результате к неравномерности подачи газа. Следовательно, ухудшаются результаты реакции. Согласно настоящему изобретению, в системе мониторинга значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, данные о давлении, полученные измерительным блоком, передаются на систему регулирования DCS. Система регулирования DCS выдает предупреждение о нижнем предельном значении. Например, нижнее предельное значение может быть установлено на 20% перепада давления ΔP_b в слое реактора с псевдоожиженным слоем. Во время работы реактора 100 с псевдоожиженным слоем в режиме низкой нагрузки, когда перепад давления ΔP_d в распределителе сырья меньше, чем нижнее предельное значение, автоматически включается устройство для продувки азотом под высоким давлением, и может быть отрегулирован поток газообразного азота, чтобы таким образом обеспечить стабильное и непрерывное введение газообразного азота в трубы сырьевого газа и подачу в распределитель 10 сырья вместе с сырьевым газом. Таким образом, за счет перепада давления ΔP_d в распределителе сырья система регулирования DCS может достигать предустановленного диапазона верхних-нижних значений и, таким образом, реактор может работать нормально.

Варианты осуществления

Система мониторинга перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представленная в настоящем раскрытии, будет описана более детально далее. Настоящее раскрытие не ограничено следующими вариантами осуществления.

Вариант осуществления 1.

Был использован реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила, имеющий диаметр 7 м. В качестве катализатора взяли широко используемый коммерческий акрилонитрильный катализатор. Молярное соотношение пропилена/аммиака/воздуха в сырьевом газе составило 1:1,1:9,3. Температура реакции была 440°C, а давление при реакции составило 0,5 кг/м³. Реактор работал при полной нагрузке. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 41,6% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 80,2%, а степень превращения пропилена составила 98,0%.

Вариант осуществления 2.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 1. Реактор работал при нагрузке 80%. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 26,8% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 79,7%, а степень превращения пропилена составила 97,5%.

Вариант осуществления 3.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 1. Реактор работал при нагрузке 70%. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Было включено устройство для продувки азотом под высоким давлением, и газообразный азот был введен в распределитель сырья. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 41,4% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 80,0%, а степень превращения пропилена составила 98,6%.

Сравнительный вариант осуществления 1.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 1. Реактор работал при полной нагрузке. Отвер-

ствия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 21,8% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 79,4%, а степень превращения пропилена составила 97,1%.

Сравнительный вариант осуществления 2.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 1. Реактор работал при полной нагрузке. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 18,2% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 75,3%, а степень превращения пропилена составила 93,2%. Реактор был остановлен на плановый ремонт. Было обнаружено, что в трубах распределителя сырья была утечка, вызванная охрупчиванием.

Вариант осуществления 4.

Был использован реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила, имеющий диаметр 12 м. Был использован такой же катализатор, как акрилонитриловый катализатор, используемый в варианте осуществления 1. Молярное соотношение пропилена/аммиака/воздуха в сырьевом газе составило 1:1,1:9,3. Температура реакции была 440°C, а давление при реакции составило 0,5 кг/м³. Реактор работал при полной нагрузке. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 42,6% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 80,1%, а степень превращения пропилена составила 98,4%.

Вариант осуществления 5.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 4. Реактор работал при нагрузке 70%. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 25,8% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 79,3%, а степень превращения пропилена составила 96,5%.

Вариант осуществления 6.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 4. Реактор работал при нагрузке 70%. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Было включено устройство для продувки азотом под высоким давлением, и газообразный азот был введен в распределитель сырья. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 38,8% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 79,8%, а степень превращения пропилена составила 98,2%.

Вариант осуществления 7.

Был использован реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила, имеющий диаметр 9 м. Был использован такой же катализатор, как акрилонитриловый катализатор, используемый в варианте осуществления 1. Молярное соотношение пропилена/аммиака/воздуха в сырьевом газе составило 1:1,1:9,3. Температура реакции была 440°C, а давление при реакции составило 0,5 кг/м³. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 90,9% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 80,5%, а степень превращения пропилена составила 99,1%.

Вариант осуществления 8.

Был использован реактор с псевдоожиженным слоем для акрилонитрила, имеющий диаметр 12 м. Был использован такой же катализатор, как акрилонитриловый катализатор, используемый в варианте осуществления 1. Молярное соотношение пропилена/аммиака/воздуха в сырьевом газе составило

1:1,1:9,3. Температура реакции была 440°C, а давление при реакции составило 0,5 кг/м³. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 98,8% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 80,3%, а степень превращения пропилена составила 98,7%.

Вариант осуществления 9.

Реактор с псевдоожиженным слоем для получения акрилонитрила и реакционные условия - те же самые, что и использованные в варианте осуществления 8. Реактор работал при полной нагрузке. Отверстия для измерения давления были обеспечены во входной трубе распределителя сырья возле стенки реактора и в части стенки реактора между воздухораспределительной пластиной и концом патрубка распределителя сырья соответственно. Измеренное значение перепада давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составило практически 172,4% значения перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 78,7%, а степень превращения пропилена составила 96,5%. Система регулирования DCS автоматически включилась на устройстве для продувки азотом под высоким давлением, и газообразный азот был введен в распределитель сырья для продувки. После выключения устройства для продувки газом и установившейся стабильной реакции, с помощью измерений были получены данные - перепад давления ΔP_d в распределителе сырья, представляющего собой пропилен и аммиак, составил 103,1% перепада давления ΔP_b в слое в реакторе с псевдоожиженным слоем. Выход AN составил 80,4%, а степень превращения пропилена составила 98,7%.

Вышеуказанные подробности являются только описаниями предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения. Любые улучшения в формах реализации или замены их компонентов эквивалентами могут быть сделаны или выполнены без отступления от объема настоящего изобретения. Следует отметить, что при отсутствии конструктивных противоречий любой из вариантов осуществления и любые из технических особенностей могут быть объединены друг с другом. Настоящее раскрытие не ограничено каким-либо раскрытым вариантом осуществления и включает в себя все технические решения, попадающие в объем настоящего раскрытия.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе аммоксирирования с псевдоожиженным слоем, при этом система регулирования перепада давления содержит

измерительный блок, который выполнен с возможностью измерения перепада давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления в распределителе сырья,

при этом первое отверстие для измерения давления расположено во входной трубе распределителя сырья рядом со стенкой реактора с псевдоожиженным слоем, а второе отверстие для измерения давления расположено в области стенки реактора между воздухораспределительной пластиной реактора с псевдоожиженным слоем и выходным отверстием для газа патрубка распределителя сырья,

блок передачи, который выполнен с возможностью поддержания связи с измерительным блоком и получения сигнала о перепаде давления, измеренном измерительным блоком, и

обрабатывающий блок, который выполнен с возможностью мониторинга нормальной или ненормальной работы распределителя сырья,

при этом, если перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 25-160% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, обрабатывающий блок определяет, что распределитель сырья работает нормально, и

при этом, если обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения или меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок выполняет соответствующие действия, чтобы таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до значения в пределах предустановленного диапазона,

при этом система регулирования перепада давления дополнительно содержит

устройство для продувки азотом, при этом, если обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок включает устройство для продувки азотом, чтобы таким образом обеспечить продувку распределителя сырья,

при этом, если обрабатывающий блок определяет, что перепад давления в распределителе сырья меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, обрабатывающий блок включает устройство для продувки азотом, чтобы обеспечить подачу газообразного азота в распределитель сырья, таким образом восстанавливая перепад давления в распределителе сырья до значения в пределах предустановленного диапазона.

2. Система регулирования перепада давления по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит продувочные блоки, которые обеспечены в зоне первого отверстия для измерения давления и второго отверстия для измерения давления соответственно.

3. Система регулирования перепада давления по п.2, отличающаяся тем, что каждый из продувочных блоков выполнен с возможностью подачи продувочного газа с объемной скоростью потока меньше или равной $10 \text{ н.м}^3/\text{ч}$.

4. Система регулирования перепада давления по п.1, отличающаяся тем, что если перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 35-140% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, обрабатывающий блок определяет, что распределитель сырья работает нормально.

5. Система регулирования перепада давления по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что измерительный блок содержит первое устройство для измерения давления, которое обеспечено в зоне первого отверстия для измерения давления, и второе устройство для измерения давления, которое обеспечено в зоне второго отверстия для измерения давления, и при этом блок передачи выполнен с возможностью поддержания связи с первым устройством для измерения давления и вторым устройством для измерения давления соответственно, а обрабатывающий блок выполнен с возможностью выполнения логического расчета разности давления, чтобы таким образом получить перепад давления в распределителе сырья.

6. Система регулирования перепада давления по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что измерительный блок содержит устройство для измерения перепада давления, которое выполнено с возможностью измерения перепада давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления, при этом устройство для измерения перепада давления дополнительно выполнено с возможностью поддержания связи с блоком передачи.

7. Способ регулирования перепада давления для распределителя сырья в реакторе аммоксицирования с псевдоожиженным слоем, включающий этапы:

S1) измерение перепада давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления распределителя сырья, при этом первое отверстие для измерения давления расположено во входной трубе распределителя сырья рядом со стенкой реактора с псевдоожиженным слоем, а второе отверстие для измерения давления расположено в области стенки реактора между воздухораспределительной пластиной реактора с псевдоожиженным слоем и выходным отверстием для газа патрубка распределителя сырья,

S2) вычисление перепада давления в распределителе сырья согласно перепаду давления между первым отверстием для измерения давления и вторым отверстием для измерения давления и определение нормальной или ненормальной работы распределителя сырья,

при этом, если перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 25-160% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, определяют, что распределитель сырья работает нормально, и

при этом, если определяют, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения или меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, выполняют соответствующие действия, чтобы таким образом восстановить перепад давления в распределителе сырья до значения в пределах предустановленного диапазона,

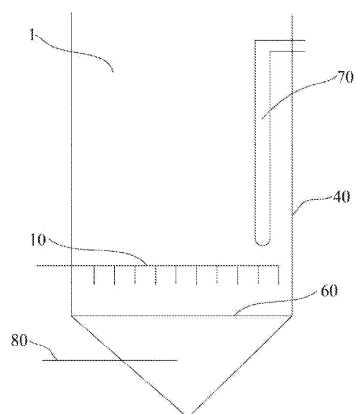
при этом на этапе S2), если определяют, что перепад давления в распределителе сырья больше верхнего предельного значения предустановленного диапазона, газообразный азот подают в распределитель сырья, чтобы таким образом обеспечить продувку распределителя сырья,

при этом на этапе S2), если определяют, что перепад давления в распределителе сырья меньше нижнего предельного значения предустановленного диапазона, газообразный азот подают в распределитель сырья до тех пор, пока перепад давления в распределителе сырья не будет восстановлен до значения в пределах предустановленного диапазона.

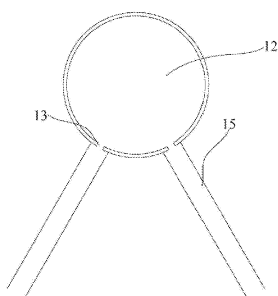
8. Способ регулирования перепада давления по п.7, отличающийся тем, что если перепад давления в распределителе сырья находится в предустановленном диапазоне, в пределах которого перепад давления в распределителе сырья составляет 35-140% перепада давления слоя в реакторе с псевдоожиженным слоем, определяют, что распределитель сырья работает нормально.

9. Способ регулирования перепада давления по п.7, отличающийся тем, что на этапе S1) продувочный газ с объемной скоростью потока $0-10 \text{ н.м}^3/\text{ч}$ подают в первое отверстие для измерения давления и второе отверстие для измерения давления.

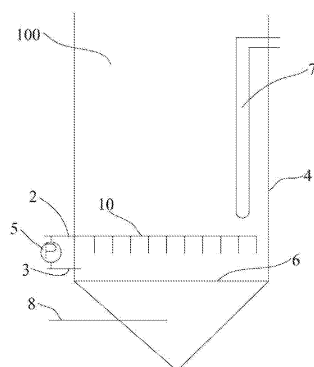
10. Способ регулирования перепада давления по п.9, отличающийся тем, что на этапе S1) продувочный газ с объемной скоростью потока $1-10 \text{ н.м}^3/\text{ч}$ подают в первое отверстие для измерения давления и второе отверстие для измерения давления.



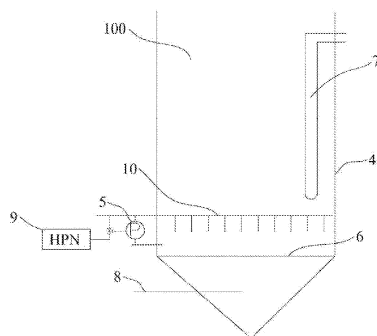
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

