

Изобретение относится к устройствам для проведения каталитических процессов, в частности к конструкции трубчатых печей и реакторов, загруженных шаровым катализатором, и может применяться в химической и нефтехимической областях промышленности.

Известна реакционная труба постоянного диаметра, к верхнему и нижнему концам которой приварены фланцы [1]. В рабочем состоянии оба конца трубы закрыты крышками, а подвод сырьевого потока и отвод продуктов реакции осуществляется через соответствующие боковые патрубки. В нижней части трубы расположена коническая поддерживающая решетка, опирающаяся посредством опорного стакана на нижнюю крышку. Трубное пространство выше поддерживающей решетки заполнено зернистым слоем катализатора. Недостаток этого устройства состоит в нерегулярности структуры формируемого в ней катализаторного слоя, являющейся причиной как местных перегревов стенки трубы (вплоть до ее прогорания), так и спекания катализатора, а также низкой эффективности использования трубного пространства.

Известна также конструкция реакционной трубы, содержащей корпус, заполненный регулярным слоем шарового катализатора и поддерживающую решетку, выполненную в виде точеного круга с кольцевыми канавками для фиксирования шаров первого слоя [2].

Фиксированное положение шаров по кольцам на опорной решетке является необходимым условием получения плотной регулярной упаковки шаров в трубе. Полученная упаковка представляет собой ряд сформированных вокруг общей оси цилиндрических монослоев с гексагональным расположением шаров. При этом в плоскости, перпендикулярной оси, шары образуют концентрические окружности с целым числом шаров.

Недостаток этой конструкции состоит в значительных энергетических затратах, обусловленных повышенным, по сравнению с неупорядоченной структурой слоя катализатора, гидравлическим сопротивлением, что часто не позволяет использовать такую реакционную трубу в промышленных установках.

Задачей изобретения является уменьшение энергетических затрат за счет снижения гидравлического сопротивления слоя.

Задача достигается тем, что в реакционной трубе, содержащей корпус, заполненный регулярным слоем шарового катализатора, и поддерживающую решетку, согласно изобретению последняя выполнена в виде ряда, числом, равным количеству формируемых монослоев, концентрично размещенных кольцевых обечаек, обращенных к слою поверхность которых состоит из двух, расположенных под углом 120° друг к другу, спиралей.

На фиг. 1 показана фронтальная проекция трубы; на фиг. 2 - сечение трубы по линии А-А

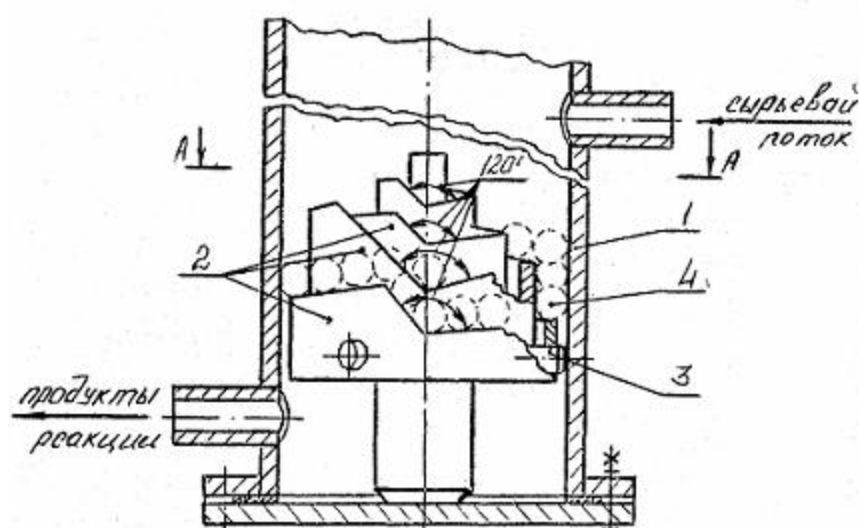
Реакционная труба включает корпус 1, поддерживающую решетку из кольцевых обечаек 2, расположенных с зазором друг к другу, соединительные стержни 3 и шаровой катализатор 4.

Реакционная труба работает следующим образом.

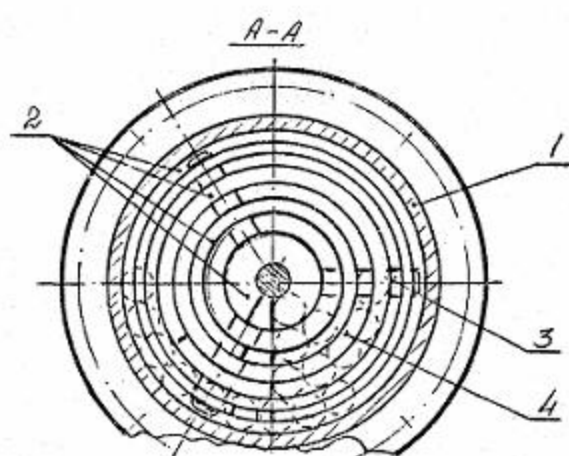
Сырьевой газовый поток подается в верхнюю часть трубы 1, в слое катализатора 4 протекает химическое взаимодействие, в результате которого образуются новые вещества. Последние, пройдя катализаторный слой, и зазоры между кольцевыми обечайками 2, отводятся через нижний патрубок на разделение. Концентрично расположенные кольца 2, положение которых относительно внутренней поверхности трубы 1 фиксируется с помощью стержней 3, обуславливают заданное взаимное расположение гранул каждого цилиндрического монослоя в процессе беспорядочной загрузки монодисперсных гранул. Попадая в пространство между несмежными кольцами (или между стенкой трубы и кольцом) гранулы скатываются по наклонной спиральной поверхности, выстраиваясь на последней друг за другом. При равенстве угла между спиралью 120° последующие частицы располагаются в перешейках между гранулами, расположенными на спирали, и т.д. по мере роста слоя. При неравенстве угла между спиралью 120° последующие гранулы в монослоях не могут занять все перешейки между нижерасположенными гранулами, что неизбежно приведет к сбою в порядке и возникновению неоднородностей в структуре. Формирование слоя происходит одновременно в каждом монослое до полного заполнения трубного пространства. В каждом монослое образуется плотнейшее гексагональное расположение гранул, когда их центры размещаются по вершинам равностороннего треугольника со сторонами, равными диаметру катализаторной частицы. Спиральная упаковка характеризуется наличием как внутри слоя, так и у стенки трубы множества винтовых каналов с переменным треугольным сечением с выпукло-вогнутыми сторонами. Ориентация каналов благодаря новой конструкции поддерживающей решетки близка к направлению движения потока, что способствует улучшенной проницаемости слоя и уменьшению гидравлического сопротивления. Прохождение сырьевого потока по этим каналам обеспечивает улучшенный теплообмен с поверхности трубы, а наличие более мелких радиальных пор обеспечивает хороший радиальный теплоперенос и практически безотрывный режим обтекания каждой катализаторной гранулы потоком.

Эксперименты с винтовыми упаковками проводились в стеклянной трубе $d = 50,3$ мм с использованием металлических шаров и шарового носителя на основе алюминия $d = 6$ мм. При выборе диаметра загружаемых шаров исходили из условия размещения в диаметральной сечении трубы определенного числа монослоев. Эксперименты показали, что при отклонении диаметров трубы и шаров от номинального не более 3% происходит устойчивое формирование спиральных регулярных слоев в трубах.

Использование изобретения в трубчатых печах или в трубчатых реакторах позволяет, наряду с более эффективным использованием трубного объема, улучшением теплопереноса и исключением возможности образования неоднородностей в структуре слоя, существенно снизить гидравлическое сопротивление агрегата и затраты на его обслуживание.



Фиг. 1



Фиг. 2