

УДК 66.074.2

ВНЕДРЕНИЕ СЕПАРАТОРА С ДУГООБРАЗНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В РЕАКТОР С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

Абдуллина А.А., студент гр. ЭУЭ-1-21, II курс
Научный руководитель: Зинуров В.Э., ассистент
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

Для проведения гетерогенных химических реакций многие химические предприятия используют реакторы с псевдооживленным слоем. В реакторах данного типа текучую среду в виде газа или жидкости пропускают на достаточно высоких скоростях через плотный гранулированный материал, для того чтобы превратить в суспензию твердое вещество и заставить его вести себя как жидкость [1-2]. В конструкцию данных реакторов входят сепараторы, чаще всего грубой очистки в виде циклонов. Сепарация частиц в циклонах происходит по следующему механизму: запыленный газовый поток на больших скоростях поступает во входной патрубок, затем направляется в корпус циклона цилиндрической формы и совершает движение по спирали вниз, при таком вращательном движении запыленного газового потока образуются центробежные силы, под действием которых частицы пыли перемещаются к стенам циклона и отделяются от газового потока, в дальнейшем попадая в пылесборный бункер через пылевывпускное отверстие, а очищенный газовый поток меняет свое направление и также, двигаясь по спирали, выходит из циклона [3]. Стоит отметить, что у циклонов время работы увеличено благодаря многоступенчатой очистке; также они удобны в обслуживании, так как емкость быстро и легко вынимается, подвергается очистке, а затем вставляется обратно; их внутренняя часть корпуса не подвержена абразивному износу; они могут работать при высоких давлениях и температурах порядка 500 °С [4]. Однако циклоны, как и любое оборудование, обладают следующими недостатками: относительно невысокая эффективность при улавливании частиц малых размеров, большое гидравлическое сопротивление и малые сроки долговечности, например, при очистке: запыленного газового потока с повышенными абразивными свойствами.

Авторами статьи предлагается внедрить в реактор с псевдооживленным слоем разработанную модель сепаратора с дугообразными элементами вместо циклонов. На рисунке 1 показана модель самого сепаратора, его конструкция очень проста, ведь внутри трапециевидного корпуса под углом находятся несколько рядов элементов дугообразной формы. Принцип действия же заключается в следующем: запыленный газовый поток входит в устройство и начинает огибать эти самые дугообразные элементы, из-за особого расположения дугообразных элементов относительно друг друга на газовый поток начинают действовать центробежные силы, в результате которых запыленные частицы

выбиваются из структуры потока, отпрыгивают от внутренних стенок и дугообразных элементов, после чего попадают вниз и осыпаются в бункер для сбора пыли, а очищенный газовый поток в свою очередь направляется на выход из сепаратора [5].

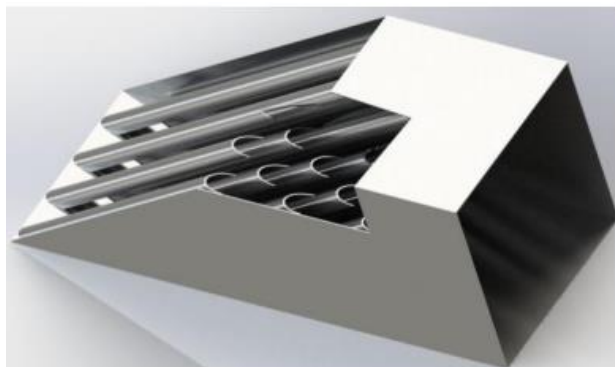


Рисунок 1 – Модель сепаратора с дугообразными элементами.

Для выявления зависимости эффективности данного аппарата от количества рядов был произведен расчет в программном комплексе ANSYS Fluen. Во время расчетов были рассмотрены конструкции различных высот: 250 мм, 500 мм, 750 мм и 1000 мм, а также различные скорости газового потока 1 м/с, 4 м/с и 7 м/с, однако было принято решение рассмотреть конструкции высотой 250 мм и скорости газового потока равной 1 м/с, так как при большей высоте конструкции частицы не успевают осесть и уносятся газовым потоком, аналогичное происходит при повышении скорости, хоть там и создаются центробежные силы больших значений. В результате расчета был получен график зависимости эффективности сепаратора с дугообразными элементами от диаметра частиц при различном количестве рядов (рисунок 2).

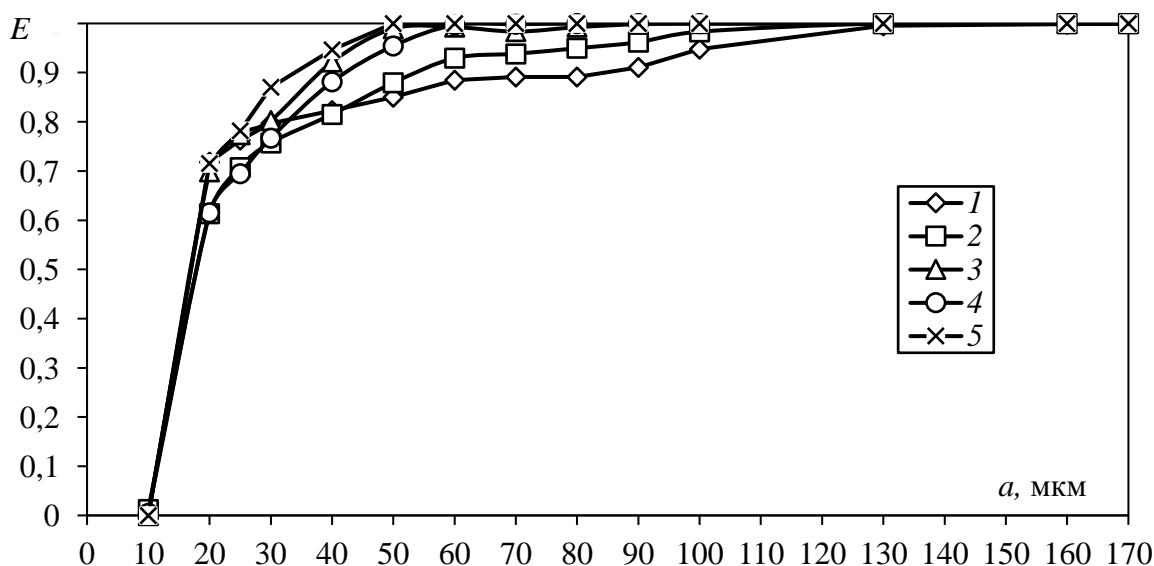


Рисунок 2 - график зависимости эффективности сепаратора с дугообразными элементами при высоте 250 мм, скорости 1 м/с и плотности 3400 кг/м³ от диаметра частиц при различном количестве рядов N: 1-4; 2-6; 3-8; 4-10; 5-12.

Проведенное исследование показало, что, во-первых, при увеличении количества рядов увеличивается эффективность, во-вторых, лучше всего улавливаются частицы размером более 50 мкм, в-третьих, при любом количестве рядов абсолютно улавливаются частицы размером 130-170 мкм, в-четвертых, средняя эффективность при N=4 составляет 81,9%, при N=6 – 82,5%, при N=8 – 85,1%, при N=10 – 86,8%, при N=12 – 88%.

Работа выполнена при финансовой поддержке Стипендии Президента РФ СП3577.2022.1.

Список литературы

1. Патент № 2545330 С2 Российская Федерация, МПК В01J 8/22, С10G 35/06, С10G 65/02. Реактор с псевдооживленным слоем и способ гидрирования в реакторе: № 2012119265/05: заявл. 19.10.2010: опубл. 27.03.2015 / Л. Цзя, Ю. Цзя, Х. Гэ; заявитель ЧАЙНА ПЕТРОЛЕУМ & КЕМИКЭЛ КОРПОРЕЙШН, ФУШУНЬ РИСЕЧ ИНСТИТУТ ОФ ПЕТРОЛЕУМ ЭНД ПЕТРОКЕМИКЭЛЗ СИНОПЕК. – EDN BKQVQZ.

2. Патент № 2391132 С2 Российская Федерация, МПК В01J 8/22, В01J 19/24, С10G 2/00. Реактор с псевдооживленным слоем, трехфазный шламовый реактор и способы обеспечения их функционирования (варианты): № 2007138256/15: заявл. 17.03.2006: опубл. 10.06.2010 / А. П. Стейнберг, Б. Б. Бремман, Д. В. Ф. Брилман; заявитель СЭСОЛ ТЕКНОЛОДЖИ (ПРОПРИЕТЕРИ) ЛИМИТЕД. – EDN НКРННУ.

3. Cortes C., Gil A. Modeling the gas and particle flow inside cyclone separators //Progress in energy and combustion Science. – 2007. – Т. 33. – №. 5. – С. 409-452.

4. Dietz P. W. Collection efficiency of cyclone separators //AIChE Journal. – 1981. – Т. 27. – №. 6. – С. 888-892.

5. Салахова, Э. И. Исследование структуры газового потока в сепарационном устройстве с дугообразными элементами / Э. И. Салахова, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25. – № 5. – С. 60-64. – DOI 10.55421/1998- 072_2022_25_5_60.