



УДК 66.074.2

УЛАВЛИВАНИЕ ЧАСТИЦ В РЕАКТОРЕ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

PARTICLE CAPTURE IN A FLUIDIZED BED REACTOR

Салахова Эльмира Ильгизьяровна

старший преподаватель,
Нижнекамский химико-технологический институт
salahova.elmira@gmail.com

Абдуллина Азалия Айратовна

студент,
Казанский государственный энергетический университет
azalkaabdullina69826@gmail.com

Зинуров Вадим Эдуардович

ассистент,
аспирант кафедры «Теоретические основы теплотехники»,
Казанский государственный энергетический университет
vadd_93@mail.ru

Аннотация. Многие современные химические предприятия на своем производстве, где необходимо огневое обезвреживание твердых, жидких, пастообразных отходов, используют реакторы с псевдооживленным слоем, в конструкцию которых входят сепараторы. Для увеличения эффективности используемой системы очистки авторами статьи предлагается установка разработанного сепарационного устройства с дугообразными элементами.

Ключевые слова: сепарация, частицы, реактор с псевдооживленным слоем, химические технологии.

Salakhova Elmira Ilgizyarovna

Senior Lecturer,
Nizhnekamsk Institute
of Chemical Technology
salahova.elmira@gmail.com

Abdullina Azaliya Ayratovna

Student,
Kazan State Power Engineering University
azalkaabdullina69826@gmail.com

Zinurov Vadim Eduardovich

Assistant, post-graduate student
of the Department «Theoretical Foundations
of Heat Engineering»,
Kazan State Power Engineering University
vadd_93@mail.ru

Annotation. Many modern chemical enterprises in their production, where fire neutralization of solid, liquid, pasty waste is necessary, use fluidized bed reactors, the design of which includes separators. To increase the efficiency of the cleaning system used, the authors of the article propose the installation of a developed separation device with arc-shaped elements.

Keywords: separation, particles, fluidized bed reactor, chemical technologies.

Многие современные химические предприятия на своем производстве, где необходимо огневое обезвреживание твердых, жидких, пастообразных отходов, используют реакторы с псевдооживленным слоем [1]. В конструкцию реакторов данного типа входят сепараторы, чаще всего представляющие собой циклоны. Данные аппараты осуществляют очистку газового потока за счет центробежных и гравитационных сил: газовый поток поступает во входной патрубок, находящийся в верхней части устройства, далее он попадает во внутреннюю часть корпуса, где поток закручивает в спираль и направляется в нижнюю часть корпуса, при таком движении образуются центробежные силы, выбивающие запыленные частицы из газового потока, которые под действием силы тяжести падают вниз и осыпаются в бункер, а очищенный газовый поток направляется вверх по выходному патрубку. Стоит учесть, что циклоны обладают простой конструкцией, так как не имеют движущихся частей, надежно работают при температурах порядка 500 °С, их внутренние поверхности не подвергаются абразивному износу, однако при улавливании частиц диаметром менее 5мкм они имеют низкую эффективность, а также высокое гидравлическое сопротивление, достигающее 1250–1500 Па.

Для увеличения эффективности используемой системы очистки авторами статьи предлагается установка разработанного сепарационного устройства с дугообразными элементами [2–3]. Данный сепаратор имеет простую конструкцию: корпус в форме трапеции, в который заключены несколько рядов дугообразных элементов, находящихся под углом (рис. 1). Принцип работы данного устройства заключается в работе центробежных сил, действующих на запыленные частицы при прохождении рядов дугообразных элементов. Необходимо отметить, что под действием этих сил частицы отпрыгивают от стенок устройства и падают вниз в пылесборный бункер, а очищенный воздух устремляется на свободу [4].

Также был проведен расчет эффективности данной конструкции от диаметра частиц при различных скоростях. Расчет проводился на базе компьютерной программы Ansys Fluent. Были рассмотрены конструкции различных высот: 250 мм, 500 мм, 750 мм и 1000 мм, в результате расчетов было установлено, что наибольшей эффективностью обладает конструкция высотой в 250 мм, так как при увеличении высоты конструкции не все частицы успевают упасть в бункер, ведь часть уносится газовым потоком из сепаратора. Также был получен график зависимости эффективности сепаратора от диаметра частиц при плотности частиц 3400 кг/м³ и различных скоростях (рис. 2).



Рисунок 1 – Трехмерная модель сепаратора (вид с разрезом)

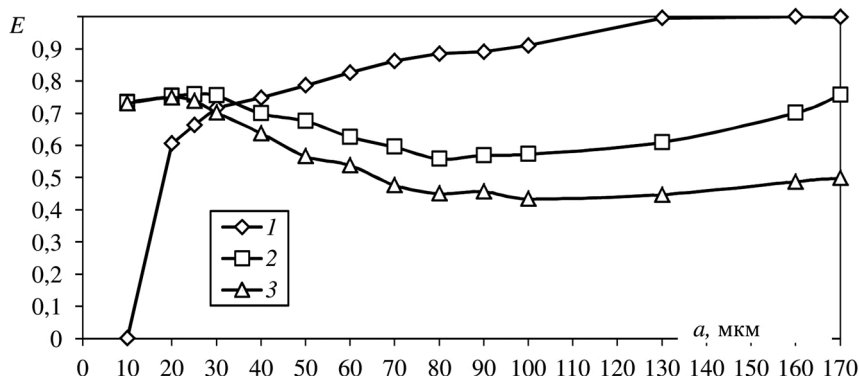


Рисунок 2 – Зависимость эффективности сепаратора с дугообразными элементами при высоте $h = 250$ и количестве рядов $N = 4$ с плотностью $\rho = 3400 \text{ кг/м}^3$ от диаметра частиц при различных скоростях W , м/с : 1–1; 2–4; 3–7

По данному графику можно сказать, что, во-первых, средняя эффективность при скорости 1 м/с составляет около 78 %, при 3 м/с – 67 %, при 7 м/с – 57 %. Во-вторых, наибольшая эффективность достигается при наименьшей скорости 1 м/с, так как при наименьших скоростях многие частицы успевают упасть и осесть в бункер, в отличие от больших скоростей, где частицы отпрыгивают от стенок и уносятся газовым потоком. В-третьих, при скоростях 4 м/с и 7 м/с при размере частиц 40-60 мкм эффективность уменьшается, данное явление обусловлено все тем же отпрыгиванием частиц от стенок и дальнейшим их унесением газовым потоком из сепаратора. В-четвертых, данная конструкция достигает максимальной эффективности при скорости в 1 м/с и при размере частиц более 130 мкм. Также с помощью программы было посчитано гидравлическое сопротивление, которое оказалось не таким большим скоростях 1 м/с и 4 м/с и равным 46 Па и 741 Па соответственно.

Исходя из анализа конструкции, принципа действия, эффективности сепаратора с дугообразными элементами, можно говорить о замене циклонов в реакторах с псевдоожиженным слоем на разработанный нами сепаратор, так как данная конструкция обладает высокой эффективностью и малым гидравлическим сопротивлением, что играет немаловажную роль для реакторов данного типа.

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

Список литературы:

1. Пылеулавливающее устройство для блоков дегидрирования парафиновых углеводородов с кипящим слоем катализатора / Э.И. Салахова [и др.] // Катализ в промышленности. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 57–64. – DOI 10.18412/1816-0387-2022-2-57-64.
2. Салахова Э.И., Дмитриев А.В., Зинуров В.Э. Исследование структуры газового потока в сепарационном устройстве с дугообразными элементами // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25. – № 5. – С. 60–64. – DOI 10.55421/1998-7072_2022_25_5_60.
3. Оценка энергетических затрат на улавливание мелкодисперсных частиц в сепараторе с дугообразными элементами / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. – 2020. – Т. 23. – № 2. – С. 82–85.
4. Определение расчетной скорости газового потока в фильтрах грубой и тонкой очистки при различной степени загрязненности в окрасочных камерах / В.Э. Зинуров [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 5. – С. 3–12. – DOI: 10.30724/1998-9903-2022-24-5-3-12.

**List of references:**

1. Dust collecting device for paraffin hydrocarbons dehydrogenation units with fluidized bed catalyst / E.I. Salakhova [et al.] // *Catalysis in industry*. – 2022. – V. 22. – № 2. – P. 57–64. – DOI 10.18412/1816-0387-2022-2-57-64.
2. Salakhova E.I., Dmitriev A.V., Zinurov V.E. Research of a gas flow structure in a separating device with arc-shaped elements // *Bulletin of Technological University*. – 2022. – V. 25. – № 5. – P. 60–64. – DOI : 10.55421/1998-7072_2022_25_5_60.
3. Estimation of energy expenses for catching the fine particles in the separator with duo-shaped elements / V.E. Zinurov [et al.] // *Bulletin of technological university*. – 2020. – V. 23. – № 2. – P. 82–85.
4. Determination of the calculated gas flow rate in the filters of coarse and fine purification at different pollution degree in the painting chambers / V.E. Zinurov [et al.] // *Proceedings of the higher educational institutions. Problems of power engineering*. – 2022. – V. 24. – № 5. – С. 3–12. – DOI: 10.30724/1998-9903-2022-24-5-3-12.