



НАУЧНЫЙ АЛЬМАНАХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ



НАУЧНЫЙ АЛЬМАНАХ

ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

НАУЧНЫЙ АЛЬМАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ
ISSN 2313-5581

№1 ч.5 2022 г.

Теоретический и научно-практический журнал

Учредитель: Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
Финансовый университет при Правительстве РФ
Курский филиал

Главный редактор
М.В. Шатохин, д.э.н., проф.

Редакционная коллегия:
В.И. Векленко, д.э.н., проф.
Л.И. Крячкова, д.э.н., проф.
В.А. Левченко, д.э.н., проф.
А.В. Михилев, д.э.н., проф.
И.П. Салтык, д.э.н., проф.
В.М. Солошенко, д.с.-х.н., проф.
М.В. Артеменко, к.б.н., доц.
О.В. Аникина, к.т.н., доц.
С.М. Аксенова, к.т.н., доц.
Е.З. Климова, к.э.н., доц.
Е.А. Бурова, к.ф.н., доц.
А.Д. Дархамбаева, к.ю.н., доц.
Л.К. Бостанова, к.пед.н., доц.
А.В. Кочкин, к.м.н., доц.

Заместитель главного редактора: Мартыненко О.В.

Дата выхода журнала: 04.06.2022 г.

УДК 66.074.2

Гильфанов Камиль Хабибович

Gilfanov Kamil Khabibovich

Доктор технических наук, профессор кафедры АТП

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of ATP

Зотов Роберт Павлович,

Moiseeva Kseniia Sergeevna

Zotov Robert Pavlovich,

Moiseeva Kseniia Sergeevna

студенты

Students

Казанский государственный энергетический университет

Kazan State Power Engineering University

Казань, Россия

Kazan, Russia

УЛАВЛИВАНИЕ ТВЕРДЫХ МЕЛКИХ ЧАСТИЦ ИЗ ГАЗОВ

CAPTURE OF FINE SOLID PARTICLES FROM GASES

Аннотация: В работе рассмотрена проблема улавливания твердых мелких частиц из газовых потоков. Представлены недостатки существующих аппаратов и устройств. Предложена конструкция сепарационного устройства. Внутри которого располагаются двутавровые элементы. Их расстановки осуществлена под определенным углом. Проведенные численные исследования показали, что при улавливании частиц размером от 1 до 15 мкм, плотностью от 2000 до 3000 кг/м³ и входной скорости от 3 до 10 м/с эффективность составляет от 20,8 до 100 %.

Abstract: The paper considers the problem of capturing fine solid particles from gas streams. The disadvantages of existing devices and devices are presented. The design of the separation device is proposed. Inside which the I-beam elements are located. Their placement is carried out at a certain angle. Numerical studies have shown that when capturing particles with a size from 1 to 15 microns, a density from 2000 to 3000 kg/m³ and an input velocity from 3 to 10 m/s efficiency is from 20,8 to 100%.

Ключевые слова: сепарационное устройство, мелкие частицы, запыленный поток, двутавровые элементы.

Key words: separation device, fine particles, dusty flow, I-beam elements.

Задача повышения эффективности улавливания мелких твердых частиц из газовых потоков является актуальной для промышленности [1, с. 607]. Под мелкими понимаются частицы размером менее 10 – 20 мкм. Данная проблема особенно актуально при применении плазменных технологий для производственных целей [2, с. 30]. Например, при получении диоксида кремния, который используется для производства красок, смазок и др. Основными элементами технологической линии по получению диоксида кремния в большинстве случаев являются плазматрон, загрузочная и реакционная камеры, система улавливания получаемого материала: циклон, рукавный фильтр и вентилятор. Ключевой вклад в гидравлическое сопротивление технологической производственной линии вносит система улавливания твердых частиц. Поэтому необходимо учитывать сопротивление аппаратов тонкой очистки. С другой стороны, производство диоксида кремния данным способом осуществляется при высоких температурах, что делает применение электростатических фильтров невозможным. Таким образом, разработка новых сепарационных устройств для решения поставленной задачи является актуальным исследованием [3, с. 58].

Авторами работы для решения поставленной задачи предложена конструкция сепарационного устройства (рис. 1) с наклонными двутавровыми элементами [4, с. 3]. Основными элементами сепарационного устройства являются двутавровые элементы [5, с. 49].

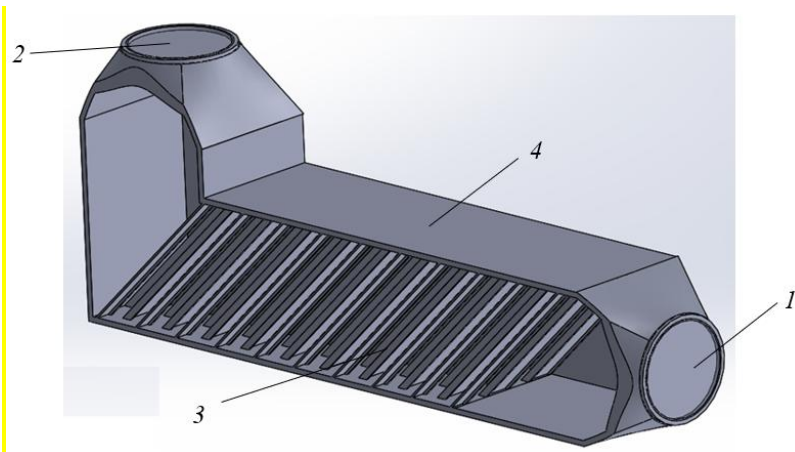


Рис. 1. Упрощенная трехмерная модель сепаратора с наклонными двутавровыми элементами: 1 – входной патрубок; 2 – выходной патрубок; 3 – несколько рядов наклонных двутавровых элементов; 4 – корпус сепаратора

Следует отметить, что они расположены относительно друг друга специальным образом, что позволяет создать требуемую вихревую структуру газового потока [6, с. 83]. Сепарация частиц из газа в предлагаемом устройстве заключается в возникновении центробежных сил, при огибании газом сепарационных элементов [7, с. 68]. Частицы отбрасываются к стенкам элементов и постепенно оседают или прилипают к ним [8, с. 52].

В работе проводилось численное моделирование в программном комплексе Ansys Fluent [9, с. 70]. В ходе моделирования задавались граничные условия [10, с. 2]. На входе в сепарационное устройство скорость изменялась от 3 до 10 м/с. На выходе задавалось атмосферное давление [11, с. 4].

На основе проведенной работы были сделаны следующие выводы. Эффективность сепаратора с наклонными двутавровыми элементами при улавливании частиц размером от 1 до 15 мкм, плотностью от 2000 до 3000 кг/м³ и входной скорости от 3 до 10 м/с составляет от 20,8 до 100 %. Гидравлическое сопротивление сепаратора с наклонными двутавровыми элементами составляет от 168 до 1880 Па при входной скорости газового потока от 3 до 10 м/с. Основными параметрами, влияющими на эффективность улавливания частиц в сепараторе, являются входная скорость газового потока,

определяющая центробежную силу завихрений, плотность и диаметр частиц, определяющих инерционное выбивание из структурированного потока. Можно выделить 3 области, характеризуемые диапазонами размеров частиц: от 1 до 3 мкм, от 4 до 7 - 10 мкм и от 8 - 11 мкм до 7 – 15 мкм. Данные области отличаются друг от друга скоростью роста эффективности улавливания твердых частиц сепаратором с наклонными двутавровыми элементами при увеличении их размера.

Библиографический список:

1. Зинуров, В.Э. Оценка времени работы пылеуловителя со скругленными сепарационными элементами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Т. С. Петрова, О. С. Дмитриева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2020. – Т. 24. – № 3. – С. 606-615.

2. Зинуров, В. Э. Повышение энергоэффективности технологических линий по получению аэросила путем установки сепаратора с соосно расположенными трубами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Г. Р. Бадретдинова, Р. Я. Биккулов // Промышленная энергетика. – 2022. – № 4. – С. 29-35. – DOI 10.34831/EP.2022.26.75.004.

3. Салахова, Э. И. Пылеулавливающее устройство для блоков дегидрирования парафиновых углеводородов с кипящим слоем катализатора / Э. И. Салахова, А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, И. Р. Набиуллин, И. И. Салахов // Катализ в промышленности. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 57-64. - DOI 10.18412/1816-0387-2022-2-57-64.

4. Zinurov, V. E. Numerical simulation of collection efficiency in separator with inclined double-T elements / V. E. Zinurov, V. V. Kharkov, E. I. Salakhova, M. R. Vakhitov, M. G. Kuznetsov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2022. – P. 042024. – DOI 10.1088/1755-1315/981/4/042024.

5. Зинуров, В. Э. Улавливание мелкодисперсных капель из газового потока в сепарационном устройстве с двутавровыми элементами / В. Э.

Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева // Промышленная энергетика. - 2020. - № 12. – С. 47-53. DOI: 10.34831/EP.2020.23.49.008

6. Зинуров, В. Э. Численное моделирование процесса улавливания мелкодисперсных капель формальдегида в сепарационном устройстве с двутавровыми элементами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, А. Р. Галимова, Г. Х. Гумерова // Вестник технологического университета. - 2020. – Т. 23. - № 11. – С. 82-86.

7. Дмитриев, А. В. Эффективность входной ступени прямоугольных сепараторов / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, А. И. Поляков // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 11. – С. 66-69.

8. Зинуров, В. Э. Оценка экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами / В. Э. Зинуров, А. Р. Галимова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2020. – № 12. – С. 50-59. DOI 10.46554/1993-0453-2020-12-194-50-59

9. Зинуров, В. Э. Исследование очистки газового потока от различных фракций пылевидных частиц сепаратором трапециевидной формы / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева, М. О. Уткин // Вестник технологического университета. - 2019. – Т. 22. – № 10. – С. 68-71.

10. Zinurov, V. E. Separator design optimization for collecting the finely dispersed particles from the gas flows / V. E. Zinurov, O. S. Popkova, Vu. L. Nguyen // E3S Web of Conferences. - EDP Sciences. – 2019. – V. 126. – P. 00043. DOI: 10.1051/e3sconf/201912600043

11. Dmitriev, A. V. Collecting of finely dispersed particles by means of a separator with the arc-shaped elements / A. V. Dmitriev, V. E. Zinurov, O. S. Dmitrieva // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019. – Vol. 126. – P. 00007. DOI: 10.1051/e3sconf/201912600007