

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

**Всероссийская
научно-техническая конференция
с международным участием**

**«ОБОРУДОВАНИЕ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ
В XXI ВЕКЕ»**

(20 апреля 2020 г.)

(сборник материалов конференции)

Казань
2020

УДК 658.28
ББК 65.94

Печатается по решению ученого совета
Института пищевых производств и биотехнологии
Казанского национального исследовательского
технологического университета

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Оборудование пищевых производств в XXI веке», (г.Казань, 20 апреля 2020 г.). Сборник материалов конференции. – Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во "Печать-сервис XXI век", 2020. – 152 с.

ISBN 978-5-91838-107-6

Редколлегия:

А.Н. Николаев, доктор технических наук,
профессор; *(гл. редактор)*;

И.С. Докучаева, кандидат химических наук,
доцент, *(отв. редактор и составитель)*;

Н.З. Дубкова, кандидат технических наук, доцент.

© Казанский национальный
исследовательский технологический
университет, 2020

ОЧИСТКА ГАЗОВОГО ПОТОКА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ ТВЕРДЫХ МЕЛКО- ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПЫЛИ В СЕПАРАЦИОННОМ УСТРОЙСТВЕ

Р. Р. Мубаракшина, А. А. Кучеров

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический
университет», г. Казань, Россия
ruzilya.mubarakshina.01@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена актуальная задача повышения эффективности улавливания мелкодисперсных частиц пыли. Разработано сепарационное устройство в форме цилиндрического корпуса с двутавровыми элементами. Эффективность устройства составляет в среднем 75%. Разработанная конструкция сепарационного устройства имеет практическую значимость. Достоинством является простота и способность улавливать частицы менее 20 мкм.

Ключевые слова: сепаратор, циклоны, мелкодисперсные частицы, газовый поток, эффективность.

CLEANING OF GAS FLOW IN FOOD INDUSTRY FROM SOLID FINE DUST PARTICLES IN SEPARATION DEVICE

R. R. Mubarakshina, A. A. Kucherov

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Abstract: The article discusses the current task of increasing the efficiency of collecting fine dust particles. Separation device is designed in the form of cylindrical body with I-beam elements. Device efficiency averages 75%. The design of the separation device has practical significance. The advantage is simplicity and the ability to capture particles less than 20 μm .

Keywords: separator, cyclones, fine particles, gas flow, efficiency.

Важной задачей в сфере пищевых производств является повышение эффективности очистки газовых потоков от твердых мелкодисперсных частиц размером от 5 до 20 мкм. Данная проблема

имеет большую актуальность в XXI веке [1-5]. Это существенно влияет не только на техническую работу аппаратов, но и на экологическую составляющую окружающей среды. Из-за неэффективной очистки газового потока от частиц пыли большая часть промышленных предприятий претерпевают затраты, теряют производительность улавливающего аппарата. Поэтому, в большинстве случаев, сепарационные устройства требуют модернизации и реконструкции в системе очистки. На данный момент времени в связи с компактностью, небольшой стоимостью и простотой в эксплуатации пылеуловители получили широкое применение в системах очистки производственных предприятий.

Существует множество сепарационных аппаратов, используемых на пищевых производствах, например, различные фильтры, пылесадительные камеры, циклоны и другие. Наиболее распространённым устройством в пищевой промышленности выделяют циклоны. Данные аппараты являются одним из простейших пылеуловителей, которые во многих случаях позволяют эффективно решить проблему очистки газов, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями. Особенностью циклона является улавливание твердых частиц пыли с размером более 20 мкм. Одним из существенных недостатков данного аппарата является малая эффективность улавливания мелкодисперсных частиц размером до 20 мкм из газовых потоков [6].

Циклоны имеют свои разновидности, которые отличаются по определенным факторам: формой, производительностью и эффективностью улавливания частиц пыли. К основным моделям, используемых в пищевой промышленности относят ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24 и др. В производстве выделяют один из разновидностей циклона ЦН-15, который является более эффективным, чем остальные виды аппаратов.

Целью нашей дальнейшей работы заключалась в разработке нового вида аппарата для повышения эффективности очистки газовых поток от частиц размером пыли от 10 до 20 мкм в пищевой промышленности.

Авторами данной работы была разработана конструкция сепарационного устройства с двутавровыми элементами для очистки газовых потоков от мелко, средне и крупнодисперсной пыли. Принцип работы устройства основан на действии центробежных

сил на запыленный газовый поток при огибании им сепарационных элементов.

Основой устройства служит цилиндрический корпус, имеющий 3 патрубка: входной, предназначенный для подачи газа в устройство, выходной, предназначенный для вывода очищенного потока из устройства и дополнительный патрубок, предназначенный для отвода уловленной пыли в бункер. Внутри устройства располагается секций двугавровых элементов и выпускная труба (рис. 1).

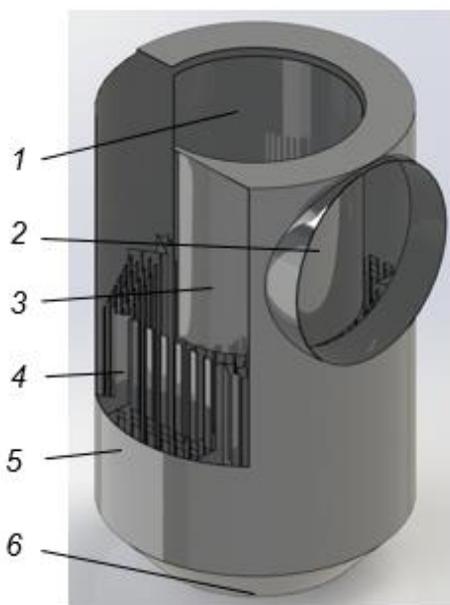


Рис. 1 – 3D модель устройства: 1 – патрубок для подвода газа; 2 – патрубок для отвода очищенного газа; 3 – выпускная труба; 4 – ряды двугавровых элементов; 5 – корпус сепарационного устройства; 6 – дополнительный выходной патрубок для отвода уловленных частиц пыли

Принцип работы устройства можно описать следующим образом: запыленный газовый поток входит в сепарационное устройство через входной патрубок, после чего движется в нижнюю

часть устройства по выпускной трубе, далее запыленный поток изменяет свое направление перпендикулярно выпускной трубе и проходит через секции двутавровых элементов, при обтекании которых возникают центробежные силы, смещающие частицы пыли в направлении твердых поверхностей, далее очищенный газовый поток направляется к выходному патрубку. При этом частицы пыли седиментируют в пылевой бункер через выходной патрубок. Мелкодисперсные частицы размером до 10 мкм прилипают к поверхностям двутавровых элементов за счет возникновения электростатических сил, броуновского движения и межмолекулярных сил.

В ходе исследования была разработана трехмерная модель сепарационного устройства для очистки газового потока от пыли. Она имела следующие геометрические размеры: высота устройства – 680 мм, диаметр цилиндрического корпуса – 450 мм, диаметр входного и выходного патрубков – 300 мм, диаметр выпускной трубы – 310 мм, диаметр выходного патрубка для пылевого бункера – 300 мм, длина выступа двутаврового элемента – 3,5 мм, длина и толщина двутаврового элемента – 14 и 0,4 мм соответственно. Каждая секция включала 4 ряда по 6 двутавровых элементов.

В сепарационное устройство задавались определенные скорости газового потока, которые были в пределах от 3 до 15 м/с. Также, на выходе из устройства было задано атмосферное давление 101325 Па. Температура окружающей среды принималась равной 20 °С. Все исследования проводились путем численного моделирования в программном комплексе ANSYS Fluent.

В работе экспериментально-вычислительным путем была определена эффективность созданного сепарационного устройства, зависящая от заданных скоростей и размера частиц.

Проведенные исследования показали, что разработанная конструкция сепарационного устройства имеет практическую значимость. Данное устройство может быть расположено до сепарационных циклонов, что позволит существенно повысить эффективность очистки газа от твердых частиц размером менее 20 мкм.

Список литературы

1. **Дмитриев, А. В.** Эффективность прямоугольного сепаратора в зависимости от оформления элементов внутри аппарата / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, Ву Линь Нгуен // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – Т. 10. – № 1(37). – С. 74-81.
2. **Зинуров, В. Э.** Оценка энергетических затрат на улавливание мелкодисперсных частиц в сепараторе с дугообразными элементами / В.Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, В. В. Харьков, Т. С. Петрова // Вестник технологического университета. – 2020. – Т. 23. - № 2. – С. 82-85.
3. **Зинуров, В. Э.** Исследование изменения эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц прямоугольным сепаратором при разной степени забивки дугообразных элементов пылью / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. В. Соловьева, Д. Н. Латыпов // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22. – № 8. – С. 42-46.
4. **Дмитриев, А. В.** Экспериментальные исследования очистки загрязненных газовых потоков от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, Ю. О. Семенова // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 12. – С. 109-112.
5. **Дмитриев, А. В.** Улавливание мелкодисперсных твердых частиц из газовых потоков в прямоугольных сепараторах / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, Ву Линь Нгуен // Вестник Иркутского технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 3(134). – С. 138-144.
6. **Николаев, А. Н.** Эффективность инерционного осаждения частиц на каплях жидкости в полых вихревых аппаратах при очистке выбросов пищевых производств / А. Н. Николаев, Н. М. Нуртдинов, В. В. Харьков // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 3. – С. 294-296.