

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛАВИТЕЛЕЙ
НА ОСНОВЕ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ
METHODS FOR INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF DUST COLLECTORS
BASED ON INTERACTING TWISTED FLOWS**

**Александр Васильевич Акулич*, Константин Викторович Шушкевич*,
Виктор Михайлович Лустенков*, Вера Михайловна Акулич**
Alexander Vasilyevich Akulich*, Konstantin Viktorovich Shushkevich*,
Viktor Mikhailovich Lustenkov*, Vera Mikhailovna Akulich****

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь, Могилев*

***Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь, Могилев*

**Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Republic of Belarus, Mogilev*

***Belarusian-Russian University, Republic of Belarus, Mogilev*

Аннотация: Разработаны методы повышения энергоэффективности пылеулавливающих аппаратов на основе взаимодействующих закрученных потоков для очистки газов от твердых частиц. Даны направления их совершенствования по повышению эффективности улавливания и снижению гидравлического сопротивления. Приведены способы очистки газов и вихревые пылеуловители противоточного и прямоточного типа.

Abstract: Methods for increasing the energy efficiency of dust collectors based on interacting swirling flows for cleaning gases from solid particles have been developed. Directions for their improvement to increase the efficiency of collection and reduce hydraulic resistance have been given. Methods for cleaning gases and vortex dust collectors of counter-current and direct-flow types have been presented.

Ключевые слова: очистка газов, взаимодействующие закрученные потоки, вихревые противоточные пылеуловители, прямоточные вихревые пылеуловители, энергоэффективность.

Key words: gas cleaning, interacting swirling flows, vortex counter-current dust collectors, direct-flow vortex dust collectors, energy efficiency.

На современном этапе развития промышленного производства большое внимание уделяется повышению энергоэффективности технологических процессов, т.е. высокой эффективности их протекания при наименьших энергетических затратах [1]. Это относится и к процессам очистки пылегазовых потоков от мелкодисперсных твердых частиц. Наибольшее применение на производстве находят циклоны, в которых улавливание пыли осуществляется под действием центробежных сил [2]. Они просты в изготовлении, эксплуатации и обслуживании и обеспечивают необходимую эффективность при улавливании фракции размером 30÷40 мкм. При отделении мелкодисперсной пыли, особенно при большой концентрации, циклоны выполняют роль аппаратов предварительной очистки и используются в качестве первой ступени газоочистных установок.

Повысить энергоэффективность центробежной пылеочистки газов позволяют способы улавливания твердых частиц на основе взаимодействующих закрученных потоков [3-5]. На данном принципе создано большое количество различных способов очистки и конструкций вихревых пылеуловителей, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с циклонами [6-14]. Вихревые пылеуловители эффективны при улавливании частиц размером до 8 мкм.

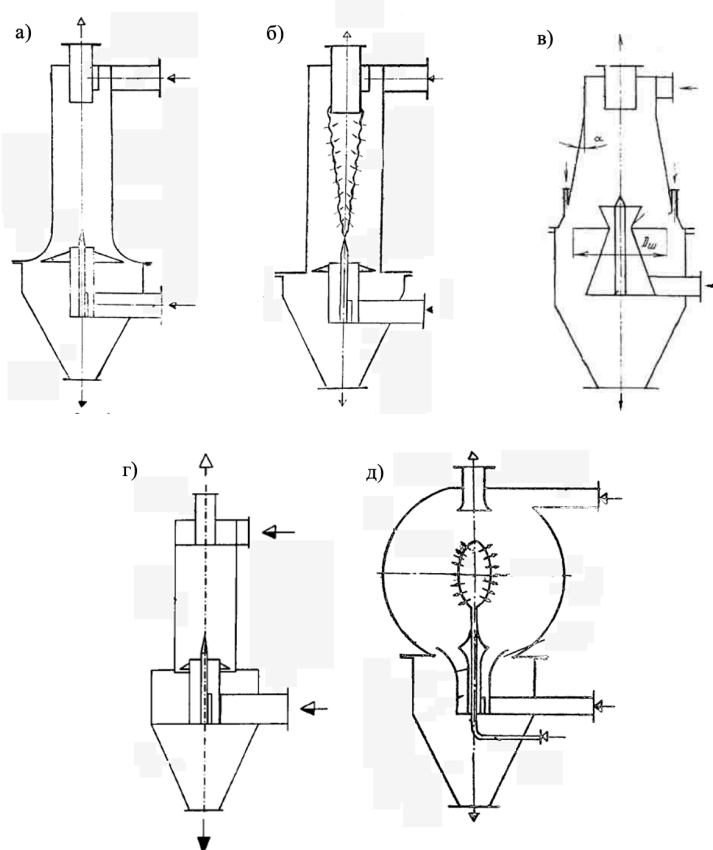
Освоение новых производств привело к значительному расширению области применения аппаратов, реализующих центробежный способ выделения взвешенных частиц из

газового потока, повышению требований к технико-экономическим показателям их работы. Необходимо повышать энергоэффективность пылеуловителей за счет обеспечения высокой эффективности их улавливания при наименьшем гидравлическом сопротивлении.

Авторами разработаны методы повышения энергоэффективности пылеулавливающих аппаратов на основе взаимодействующих закрученных потоков, которые включают:

- повышение эффективности процесса пылеулавливания за счет улучшения аэродинамики потоков в зоне сепарации вихревых пылеуловителей, путем реализации прямоточного или противоточного принципа взаимодействия двух спутно закрученных потоков;
- создание эффективной гидродинамической обстановки в зоне взаимодействия двух закрученных потоков путем установки различных устройств (отбойных шайб, цилиндрических обечаек и т.п.), также способствующих повышению эффективности процесса улавливания;
- снижение гидравлического сопротивления за счет конструктивных изменений пылеуловителей;
- снижение удельного расхода электроэнергии;
- увеличение срока службы пылеулавливающих аппаратов, уменьшение абразивного износа стенок корпуса;
- упрощение конструкции аппаратов, уменьшение их габаритных размеров, снижение металлоемкости пылеуловителей.

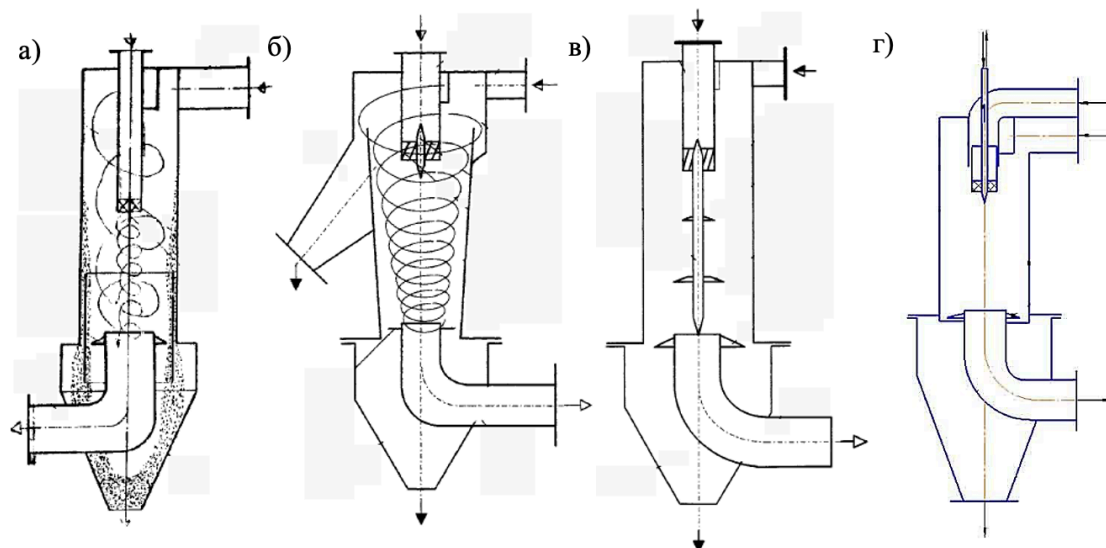
Для повышения энергоэффективности пылеулавливающих аппаратов разработаны различные конструкции вихревых противоточных пылеуловителей, которые представлены на рисунке 1 [6-10].



- а) – с расширяющимся книзу корпусом в виде части тора; б) – с элементом для доочистки из фильтровальной ткани; в) – с цилиндро-коническим расширяющимся книзу корпусом со снабженными соплами; г) – с цилиндрическим корпусом; д) – сушилка-пылеуловитель со сферическим корпусом

Рисунок 1 — Вихревые противоточные пылеуловители

Разработанные вихревые противоточные пылеуловители по сравнению с циклонами обеспечивают высокую эффективность улавливания мелкодисперсных твердых частиц при сравнительно небольшом гидравлическом сопротивлении, т.е. позволяют снизить удельный расход энергии на процесс очистки газов от пыли.



а) – с цилиндрической обечайкой; б) – с коническим корпусом и дополнительным бункером; в) – с дополнительными шайбами; г) – с изменением по высоте завихрителем центрального потока

Рисунок 2 — Прямоточные вихревые пылеуловители

Применяя прямоточный принцип взаимодействия двух спутно закрученных потоков и дополнительные конструктивные решения разработан новый класс прямоточных вихревых пылеуловителей, которые, по сравнению с противоточными, характеризуются небольшим гидравлическим сопротивлением, обеспечивая высокую эффективность улавливания [11-14].

На рисунке 2 представлены разработанные прямоточные вихревые пылеуловители с цилиндрической обечайкой, с коническим корпусом и дополнительным бункером, с дополнительными шайбами, с изменением по высоте завихрителем центрального потока. Реализация прямоточного принципа взаимодействия закрученных потоков и конструктивное выполнение прямоточных вихревых пылеуловителей позволяет снизить, по сравнению с противоточными, на 25–40 % коэффициент гидравлического сопротивления, что повышает энергоэффективность процесса очистки газов от твердых частиц.

Выводы

В работе разработаны методы повышения энергоэффективности пылеулавливающих аппаратов за счет улучшения аэродинамики потоков в зоне сепарации вихревых пылеуловителей, путем реализация прямоточного или противоточного принципа взаимодействия двух спутно закрученных потоков. Приведены различные конструкции вихревых противоточных пылеуловителей, а также прямоточных вихревых пылеуловителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулич П. В., Акулич А. В. Конвективные сушильные установки: методы и примеры расчета: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по энергетическим и технологическим специальностям / П.В.Акулич, А.В.Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 376 с.
2. Штокман Е. А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. М. – АСВ, 2001. – 354 с.
3. Акулич А.В. Высокоэффективные способы и аппараты на основе вихревых потоков для очистки пылегазовых выбросов на предприятиях пищевой и химической промышленности. Материалы пленарной сессии международного научно-технического

симпозиума «Повышение энергоресурсоэффективности, экологической и технологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности», посвященного 120-летию со дня рождения П. Г. Романкова (ISTS «EESTE-2024») / М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2024. – С.62–73.

4. Сажин Б. С. Вихревые пылеуловители / Б.С. Сажин, Л.И. Гудим. – Москва: Химия, 1995. – 144 с.

5. Акулич А.В. Научные основы техники сушки и сепарации дисперсных материалов в вихревых потоках / А.В. Акулич // Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов): труды междунар. науч.-техн. конф., Москва, 2002 г.: в 4 т. / МГАУ; Москва, 2002. – Т. 2. – С. 54–57.

6. Вихревой пылеуловитель: пат. 2112 Респ. Беларусь, МПК6 В 04 С 3/06 / А.В. Акулич, А.А. Полевич, П.В. Акулич, А.Г. Егоров; заявитель Могил. технол. ин-т. – № 950020; заявл. 09.01.95; опубл. 30.06.98 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 1998 – № 2. – С. 107.

7. Вихревой пылеуловитель: пат. 2161 Респ. Беларусь, МПК6 В 04 С 3/06 / А.В. Акулич, А.Г. Егоров; заявитель Могил.технол. ин-т. – № 950822; заявл. 14.08.95; опубл. 30.06.98 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 1998. – № 2. – С. 107–108.

8. Вихревой пылеуловитель: а.с. 1466795 СССР, МКИ В 04 С 3/06, В 01 D 45/12/ Б.С. Сажин, Б.П. Лукачевский, А.В. Акулич, А.И. Буяров, П.В. Акулич, Н.И. Кикабидзе; Московский текстильный институт им. А.Н.Косыгина. – №1143472; заявл.09.06.87; опубл. 23.03.89 // Бюл. № 11.

9. Способ сушки дисперсных материалов: пат. 7750 Респ. Беларусь, МПК7 F 26 В 17/10 / А.В. Акулич, В.М. Акулич, В.М. Лустенков; заявитель Могил. гос. ун-т продовольствия. – № а 20020013; заявл. 05.01.02; опубл. 28.02.06. – № 1. – С. 122.

10. Вихревая сушилка: пат. 2181 Респ. Беларусь, МПК6 F 26 В 17/10 / А.В. Акулич; заявитель Могил. технол. ин-т. – № 2548; заявл. 21.11.94; опубл. 30.06.98. – № 2. – С. 136.

11. Вихревой пылеуловитель: пат. 2456 Респ. Беларусь, МПК6 В 04 С 3/06 / А.В. Акулич, А.Г. Егоров; заявитель Могил.технол. ин-т. – № 960496; заявл. 08.10.96; опубл. 30.12.98 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 1998. – № 4. – С. 115.

12. Устройство для выделения частиц из газового потока: пат. 3475 Респ. Беларусь, МПК6 В 04 С 3/06 / А.В. Акулич, Б.С.Сажин, П.В.Акулич, А.Г.Егоров; заявитель Могил.технол. ин-т. – № 970300; заявл. 06.06.97; опубл. 30.09.00 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2000. – № 3. – С. 93–94.

13. Устройство для выделения частиц из газового потока: пат. 3476 Респ. Беларусь, МПК6 В 04 С 3/06 / А.В. Акулич, П.В.Акулич, А.Г.Егоров, В.Я.Ковалев; заявитель Могил.технол. ин-т. – № 970654; заявл. 26.11.97; опубл. 30.09.00 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2000. – № 3. – С. 94.

14. Устройство для выделения частиц из газового потока: пат. RU 2026754 С1, Российская Федерация, МПК⁶ В 04 С 3/06/ А.В. Акулич; заявитель Могилев. техн. ин-т. – № 5022816/26; заявл. 01.07.1991; опубл. 20.01.1995 // Бюл. № 2. // Российское агентство по патентам и товарным знакам.