

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СИСТЕМЫ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

¹Акулич А.В., ¹Лустенков В.М., ²Акулич В.М., ³Динков К.Т.

¹Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий

²Белорусско-Российский университет

г. Могилев, Беларусь

³Пловдивский университет пищевых технологий

г. Пловдив, Болгария

В перерабатывающих отраслях пищевой промышленности остро стоит проблема очистки запыленных газовых потоков от мелкодисперсных частиц, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями [1, 2]. Для решения этой проблемы в пищевой промышленности в теплотехнологических установках применяют различные пылеуловители: противоточные и прямоточные циклоны, групповые и батарейные циклоны, рукавные изернистые фильтры, вихревые и комбинированные пылеуловители, мокрые пылеуловители [1–4]. Наиболее широкое применение в промышленности находят пылеулавливающие циклоны. Однако результаты промышленной эксплуатации циклонов показывают, что их эффективность при улавливании различных мелкодисперсных материалов составляет 60-95% [1]. При этом степень очистки циклонов существенно снижается при улавливании мелкодисперсных частиц (диаметром частиц менее 15 мкм).

Авторами работы научно обоснована и практически доказана перспективность и целесообразность применения принципа двух закрученных пылегазовых потоков взаимодействующих между собой для эффективного проведения процессов пылеулавливания. При этом в зависимости от направления взаимодействия потоков и их соотношения между собой доказана возможность управления гидродинамикой, что позволяет в теплотехнологических установках значительно повысить эффективность очистки пылегазовых потоков от мелкодисперсных частиц [3–4].

Для очистки технологических газовых потоков от дисперсной фазы на предприятиях используются различные схемы и системы, работающие как на всасывание, так и на нагнетание. Установлено, что в теплотехнологических установках современных производств, с учетом их производительности, пылегазовой нагрузки, дисперсности взвешенных частиц, находят применение одно- и двухступенчатые системы пылеочистки. Определено, что вихревые пылеуловители могут применяться как в одноступенчатых, так и двухступенчатых системах пылеулавливания в теплотехнологических установках.

В двухступенчатых системах, в зависимости от решаемых производственных задач, возможны следующие варианты компоновки: циклон – вихревой противоточный пылеуловитель; циклон – прямоточный вихревой пылеуловитель; вихревой противоточный пылеуловитель – фильтр; прямоточный вихревой пылеуловитель – фильтр.

Установлено, что для снижения энерго- и металлоемкости процесса пылеулавливания разрабатываются комбинированные пылеуловители, реализующие два способа в одном энергетическом поле аппарата: центробежная очистка в системе взаимодействующих вихревых потоков с последующей доочисткой газа фильтрованием через пористый материал [4]. При этом на стадии доочистки используется энергия потока, полученная в центробежном поле.

В работе предложена схема двухступенчатой системы сухогопылеулавливания, состоящая из последовательно соединенных циклона ЦН-24 на первой ступени и вихревого противоточного пылеуловителя на второй ступени. Причем, для снижения энергоемкости установки, предусмотрена последовательная компоновка аппаратов без дополнительных воздухопроводов в условиях, когда выходящий из циклона газ распределяется в периферийный и центральный входные патрубки вихревого пылеуловителя в соответствии с принятой кратностью расходов.

Предложенная компоновка позволяет рационально использовать преимущества выбранного оборудования и повысить эффективность работы системы в целом. Так используемый на первой ступени циклон ЦН-24, характеризующийся одним из самых низких значений коэффициента гидравлического сопротивления, при работе в двухступенчатой системе пылеулавливания обеспечит эффективное отделение более крупной фракции при невысоком гидравлическом сопротивлении. В свою очередь вихревой противоточный пылеуловитель на второй ступени в условиях меньшей пылевой нагрузки обеспечит высокую эффективность доочистки воздуха при небольшом общем гидравлическом сопротивлении системы. При этом возможность управления гидродинамикой вихревого пылеуловителя позволяет, путем регулирования режима его работы с учетом особенностей производства и свойств улавливаемого продукта, подбирать эффективный режим пылеулавливания.

Выполнен расчет и подбор аппаратов первой и второй ступеней на общий объемный расход газа $330 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для данной производительности на первой ступени выбран циклон ЦН-24 с диаметром цилиндрической части $D_{\text{ц}} = 0,2 \text{ м}$ при плановой скорости $v_{\text{пл}} = 2,92 \text{ м/с}$, а на второй ступени – вихревой противоточный пылеуловитель с диаметром сепарационной камеры $D_{\text{впп}} = 0,14 \text{ м}$ при плановой скорости $v_{\text{пл}} = 5,96 \text{ м/с}$. Для проведения экспериментальных исследований гидродинамики разработанной схемы принят интервал изменения общего объемного расхода газа $250 \div 420 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Разработана схема лабораторной установки и техническая документация для изготовления циклона ЦН-24 ($D_{\text{ц}} = 0,2 \text{ м}$), вихревого пылеуловителя ВПП–140 ($D_{\text{впп}} = 0,14 \text{ м}$) и создания экспериментальной установки.

Список использованных источников

1 Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. М. АСВ, 2001.– 354 с.

2 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.

3 Акулич А.В., Лустенков В.М. Новые высокоэффективные способы и пылеулавливающее оборудование на основе взаимодействующих вихревых потоков в пищевой промышленности. Сборник материалов научно-практической конференции “Инновационные решения проблем экономики знаний Беларуси и Казахстана” (13 октября 2016 года) / БНТУ, Минск, 2016., С.150–151.

4 Studies on the Hydrodynamics of the Combined Dust Collector on the Basis of Vortex Flows and Outer Filtering and the Development of the Effective Methods of Cleaning Gases from Solid Particles / Alexandr V. Akulich, Viktor M. Lustenkov, Viachaslau A. Sharshunou, Alexandr A. Akulich // «Food Science, Engineering and Technology – 2016»: Scientific Works of University of Food Technologies Proceedings of the 63rd Scientific Conference with Internacional Participation: Volume 63, Issue 1, 283–288.