

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ В КОМБИНИРОВАННОМ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕ

Афтанюк В.В., Спинов В.М. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Исследовано влияние условий ввода потока газа на эффективность работы комбинированного пылеуловителя. Определен оптимальный угол наклона взаимодействующих закрученных потоков и рациональная высота установки в аппарате, фильтра с неподвижным зернистым слоем.

Теплоэнергетические объекты (ТЭС на твердом топливе, вращающиеся и шахтные печи, сушильные барабаны) являются основными источниками выделения в атмосферу запыленных высокотемпературных газов, для обеспыливания которых используются металлоемкие аппараты, потребляющие значительное количество электроэнергии и воды, требующие больших эксплуатационных расходов и наличия на предприятиях шламового хозяйства [1]. Поэтому основным актуальным направлением решения задач пылеулавливания является разработка новых комбинированных технологий сухого пылеулавливания с полной утилизацией уловленного продукта и фильтрующих элементов.

В соответствии с требованиями энерго- и ресурсосбережения предложена и защищена патентом Украины [2] конструкция компактного комбинированного пылеуловителя с взаимодействующими закрученными потоками и встроенным в верхней части мелкозернистым фильтром. В таком пылеуловителе одновременно реализуются три способа сепарации пыли: центробежная сепарация пыли за счет формирования закрученных струй в двух входных соплах с осевыми лопаточными завихрителями; инерционная сепарация пыли за счет взаимодействия противоположно закрученных потоков и их торможения перед фильтром; фильтрация оставшейся в газе пыли в мелкозернистом фильтре.

Задача обеспечения эффективной работы вихревого пылеуловителя сводится к определению его оптимальных конструктивных и режимных характеристик, алгоритма управления процессом сепарации и способов его реализации [3]. Эта задача решалась двумя методами, аналитическим и экспериментальным.

В начале использовался первый метод заключающийся в составлении приближенной математической модели процесса сепарации твердых частиц в камере комбинированного пылеуловителя и реализации этой модели на ЭВМ. Полученные результаты позволили получить качественную картину процесса и оценить характер и степень влияния конструктивных и режимных параметров на условия сепарации пыли [4].

Однако выбрать оптимальный режим на основе только математического моделирования невозможно, т.к. при создании модели сделан ряд допущений, а некоторые факторы влияющие на процесс сепарации, не поддаются аналитическому описанию.

На основании данных полученных на первом этапе исследований, и в соответствии с требованиями единой методики сравнительных испытаний пылеуловителей, была спроектирована и изготовлена опытно-промышленная установка [5], на которой были проведены экспериментальные исследования.

Основным критерием, соответствующим оптимальной ориентации взаимодействующих закрученных потоков в пылеуловителе, целесообразно считать обеспечение равномерной аэродинамической нагрузки на всю поверхность фильтра, только такая равномерная нагрузка приводит к организации оптимального аэродинамического режима зернистого слоя без образования сквозных проскоков пыли через фильтр с резким увеличением межрегенерационного периода.

Для определения степени аэродинамической нагрузки на фильтр при различных углах взаимодействия закрученных потоков был поставлен следующий эксперимент.

Аэродинамическая нагрузка на фильтр оценивалась визуально: на входной поверхности зернистого фильтра дополнительно устанавливался тканевый фильтр (белая лавсановая ткань), который использовался как индикатор распределения аэродинамической нагрузки.

На экспериментальной установке исследованы пять вариантов ориентации взаимодействующих закрученных потоков с углами наклона входных сопел  $0^{\circ}$  (горизонтальное положение),  $15^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ .

В первом случае, когда закрученные потоки не пересекались, а сталкивались друг с другом в горизонтальной плоскости, корпус пылеуловителя вибрировал с большой амплитудой из-за появления резонансных явлений.

Поэтому вариант взаимодействия закрученных потоков в горизонтальной плоскости из соображений обеспечения стабильной, надежной и длительной эксплуатации пылеуловителя оказался неприемлемым.

При монтаже съемных входных конусов с углом наклона  $\alpha=15^\circ$  и  $\alpha=30^\circ$  установлено, что аэродинамическая нагрузка на белый лавсановый фильтр не является равномерной: при угле наклона входных сопел  $\alpha=15^\circ$  полезная (используемая для пылеулавливания) площадь фильтра составляла только 60%. Остальные 40% площади белого фильтра в пристеночной области оставались чистыми без осаждения пыли. При установке конуса с углом наклона входных сопел  $\alpha=30^\circ$  используемая площадь фильтра возрастает до 80%, что также не отвечает требованиям ресурсосбережения, эффективности пылеулавливания и увеличения межрегенерационного периода (фильтр нужно чаще прочищать).

Следующий съемный конус был выполнен с углом наклона входных сопел  $\alpha=45^\circ$ , что совпадает с углом наклона стенок зернистого фильтра. Этот вариант ориентации взаимодействующих потоков оказался наилучшим, т.к. вся поверхность белого лавсанового фильтра была равномерно покрыта пылью и достигалась максимально возможная эффективность пылеулавливания.

При дальнейшем увеличении угла наклона входных сопел до  $60^\circ$  нормальное функционирование пылеуловителя нарушалось, резко возрастал вынос из него пыли (по-видимому, из-за прекращения взаимодействия закрученных потоков и формирования неравномерного поля скоростей на входе в фильтр).

На втором этапе экспериментальных исследований, с целью уменьшения высоты пылеуловителя, снижения его металлоемкости и выбора рациональной высоты установки фильтрующего элемента по отношению к вихревой ступени (с углом наклона  $45^\circ$ ), на опытно-промышленном образце производились эксперименты при установке в пылеуловителе зернистого фильтра на высоте  $H_{у.ф}/D_{ап}=0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,8; 1$  по отношению к верхней кромке входных сопел.

В результате проведенных исследований было выявлено, что установка фильтра на высоте  $H_{у.ф}/D_{ап}=0,2$  приводит к нарушению взаимодействия закрученных потоков и, как следствие, снижению эффективности пылеулавливания в вихревой ступени.

Удаление фильтрующего элемента на высоту  $H_{у.ф}/D_{ап}=0,3; 0,4$  позволяет стабилизировать работу вихревой ступени, однако не позволяет использовать всю площадь фильтрации во второй сту-

пени (на высоте  $H_{y.ф.}/D_{ап}=0,4$  площадь поверхности фильтрации составляла 90%).

Увеличение высоты установки фильтра  $H_{y.ф.}/D_{ап}=0,5$  позволяет получить стабильную и эффективную работу обеих ступеней аппарата (площадь поверхности фильтрации составляла 98%). При установке фильтра на высоте  $H_{y.ф.}/D_{ап}=0,8$ ; 1 аппарат работал стабильно, площадь поверхности фильтрации практически не увеличилась (98,2 %), дальнейшего повышения эффективности пылеулавливания не наблюдалось, поэтому дальнейшее увеличение высоты установки фильтра, посчитали не целесообразным из-за повышения металлоемкости пылеуловителя.

### Выводы

1. В качестве базового варианта оптимальной ориентации взаимодействующих закрученных потоков в комбинированном пылеуловителе предложено входные сопла с аксиальными завихрителями устанавливать с таким углом наклона, чтобы ось симметрии закрученного потока была параллельна боковой стенке усеченного конуса (с углом наклона  $45^{\circ}$ ).

2. На основании результатов экспериментальных исследований рекомендуется устанавливать зернистый фильтр на высоте  $H_{y.ф.}/D_{ап}=0,5$ : это минимальное допустимое расстояние между основанием зернистого фильтра и верхней кромкой входных сопел, позволяющее сформировать равномерные поля скоростей и аэродинамическую нагрузку на входе в фильтр.

### Литература

1. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистка промышленных газов. Справочник. - М. : Металлургия, 1986. - 544с.

2. Пат. України № 86к, МКИ ВО1Д 46/30. Пристрій для очищення газу / Афтанюк В.В., Стоянов М.І., Аветисян А.Г. Заявл. 08.02.95; Опубл. 25.12.97, Бюл. №6.

3. Сажин Б.С., Векуа Т.Ю. Математические модели аппаратов со встречными закрученными потоками. - М. : МТИ, 1979. - 34с.

4. Афтанюк В.В., Стоянов Н.И. Использование математической модели процесса пылеулавливания в учебных расчетах // Матеріали ІІІ міжнар. наук.-метод. конф. "Удосконалення підготовки спеціалістів". - Одесса: ОДАБА. - 1998. - С.92.

5. Афтанюк В.В. Экспериментальные и теоретические исследования пылеуловителя ПВЗП-ОДАБА // Строительные конструкции, строительные материалы, инженерные системы, экологические проблемы : Сб. научн. тр. - Одесса: Город мастеров, 1998. - С.125.