

Бадалов Абдумалик Абдумуминович - к.т.н., доцент,  
Маъсумов Мусохон Икромжон угли – магистр,  
Ахрорхужаев Афзал Окил угли – ст. преподаватель,  
Бадалова Дилдора Абдумаликовна - ст. преподаватель,  
Ташкентский государственный технический  
университет, Узбекистан  
badalov\_a@yahoo.com

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕПАРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ В ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКАХ**

*В работе рассматриваются вихревые пылеулавливающие аппараты со встречными закрученными потоками для сухой очистки промышленных и других мелкодисперсных пылей выбрасываемые в атмосферу. Приведена конструкция вихревого пылеуловителя двух типов подвода первичного потока, с аксиальным и тангенциальным подводом первичного потока и принцип действия. Приведены способы подведения к вихревому пылеуловителю воздуха, необходимого для закручивания обеспыливаемого потока: из окружающей среды, из очищенного потока, из запыленного потока. Показана зависимость эксплуатационные расходов в основном от расхода электрической энергии, а также эффективность очистки и влияние изменение нагрузки на нее*

*Ключевые слова: пылеуловитель, очистка газов, пыль, закрученные потоки, эффективность, завихритель*

Badalov Abdumalik Abdumuminovich- candidate of technical sciences, associate professor,  
Masumov Musohon Ikrom - graduate student,  
Ahrorxujayev Afzal Okil ugly- senior lecturer,  
Badalova Dildora Abdumalikovna- senior lecturer,  
Tashkent state technical university, Uzbekistan

## **INCREASED SEPARATION EFFICIENCY FINE DUST IN SWIRLING STREAMS**

*The paper deals with vortex dust collecting devices with counter-swirling flows for dry cleaning of industrial and other fine dust emitted into the atmosphere.*

*The design of the vortex dust collector of two types of supply of the primary flow, with axial and tangential supply of the primary flow and the principle of operation are given. The methods of supplying the air necessary for swirling the dust-free flow to the vortex dust collector: from the environment, from the cleaned stream, from the dusty stream are given. The dependence of operating costs mainly on the consumption of electric energy, as well as cleaning efficiency and the effect of a change in the load on it, is shown.*

*Key words: dust collectors, dry cleaning of gases, dust, swirling flows, efficiency, swirler.*

Одними из наиболее распространенных пылеулавливающих аппаратов инерционного типа являются циклоны, работа которых основана на использовании центробежных сил, возникающих при вращении газового потока внутри корпуса циклона. Параметры существующих типов циклонных аппаратов за многие десятки лет использования в различных отраслях промышленности детально изучены. Подбор конкретного типоразмера циклона может быть легко осуществлен по справочной

литературе. Вместе с тем, аппараты циклонного типа имеют ряд существенных недостатков, в числе которых низкая эффективность улавливания пыли микронных размеров, несущей наибольшую экологическую опасность. Повышение эффективности сепарации мелкодисперсной пыли с помощью традиционных циклонных аппаратов сопряжено с ростом гидравлического сопротивления и ростом энергозатрат на очистку газового потока.

В связи с этим представляет интерес, появившийся в последние годы новый тип инерционных пылеотделителей – вихревые пылеулавливающие аппараты со встречными закрученными потоками (ВЗП), имеющие повышенную эффективность инерционной сепарации пылевых частиц микронного размера, приближающуюся к эффективности фильтров [1 – 2].

В вихревом пылеуловителе, как и в циклоне, сепарация пыли основана на использовании центробежных сил. Основным их отличием от циклонов является наличие вспомогательного закручивающего газового потока.

Типичная конструкция аппарата со встречными закрученными потоками изображена на рис. 1. Аппарат представляет собой вертикальную цилиндрическую камеру 2, в нижнюю часть которой по трубе 6 подводится первый поток теплоносителя, закручиваемый лопастным завихрителем 3 с вытеснителем, предотвращающим проскок материала по центральной части камеры. На трубе ввода первичного потока ниже завихрителя укреплена отбойная шайба 4. Второй поток теплоносителя вводится тангенциально в верхнюю часть камеры. Отработанный в аппарате очищенный газ выводится через выхлопную трубу 1, расположенную в верхней части аппарата. Материал может подаваться в аппарат с первым, со вторым, а также с обоими потоками газозвеси одновременно через питатели 7. Уловленный материал выводится из нижней камеры через выгрузное устройство 5.

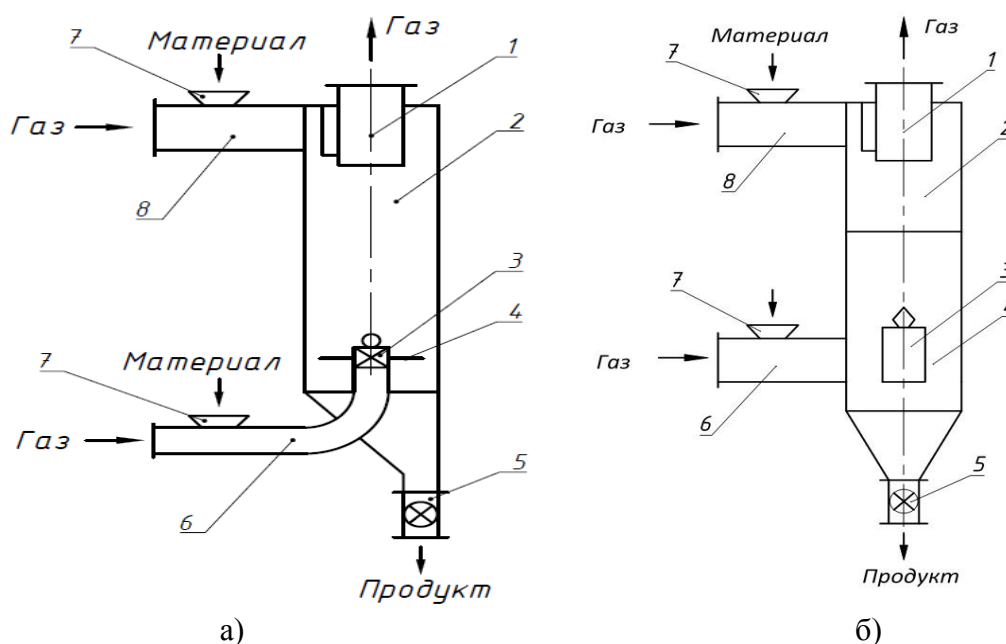


Рис. 1. Пылеуловитель со встречными закрученными потоками теплоносителя ВЗП: а) с аксиальным подводом первичного потока, б) с тангенциальным подводом первичного потока.

1 — выхлопная труба; 2 — рабочая камера; 3 — завихритель; 4 — отбойная шайба; 5 — выгрузочное устройство; 6 — газоподводящая труба первого потока газозвеси; 7 — питатели; 8 — тангенциальный ввод газов второго потока.

Улавливаемый дисперсный материал образует с подаваемым в камеру воздухом газовзвесь, которая закручивается лопаточным или тангенциальным завихрителем. Причем первичный закрученный поток газовзвеси направлен вверх по центральной части аппарата, а вторичный, закрученный в ту же сторону, направлен вниз. Частицы дисперсного материала из внутреннего потока под действием центробежных сил отбрасываются к периферии аппарата и транспортируются вторичным потоком в нижнюю часть камеры, откуда удаляются в бункер. Взаимодействие двух встречных закрученных потоков создает благоприятные условия для разделения дисперсной и газовой фаз, что обуславливает высокую эффективность пылеулавливания в этих аппаратах.

В пылеуловителях с аксиальным подводом первичного потока (рис.1 а)) завихритель 3 выполнен в виде шнека и применяется для агломератов и комкующихся дисперсных материалов, а в пылеуловителях с тангенциальным подводом первичного потока (рис.1 б)) завихритель 3 выполнен в виде расщепителя подводящего потока и применяется для свободно рассыпающихся дисперсных материалов.

Очищенный газ всасывается вентилятором и выбрасывается по трубе в атмосферу или подается по технологической цепочке следующую установку для обработки. Вся система пылеулавливания находится под разрежением, т.к. вентилятор находится за системой и работает на всасывания. При этом частицы пыли не проходят через лопасти вентилятора и это обеспечивает увеличение срока службы вентилятора. Для эффективной работы системы пылеулавливания необходимо принять в схему центробежный вентилятор среднего давления обеспечивающий требуемый расход очищаемого газа.

Применяют следующие способы подведения к вихревому пылеуловителю воздуха, необходимого для закручивания обеспыливаемого потока: из окружающей среды, из очищенного потока, из запыленного потока. Первый вариант целесообразен, если очистке подвергается горячий газ, который необходимо охладить. Применяя второй вариант, можно несколько повысить эффективность очистки, так как для использования в качестве вторичного воздуха отбирают периферийную часть потока очищенного воздуха с наибольшим содержанием остаточной пыли. Третий вариант наиболее экономичен: производительность установки повышается на 40 – 65 % с сохранением эффективности очистки.

Вихревой пылеуловитель может применяться для очистки вентиляционных и технологических выбросов от мелкодисперсной пыли в химической, нефтехимической, пищевой, горнорудной и других отраслях промышленности. В вихревых пылеуловителях достигается весьма высокая для аппаратов, основанных на использовании центробежных сил, эффективность очистки – 98 – 99 % и выше для частиц пыли размером около 10 мкм. На эффективность очистки оказывает незначительное влияние изменение нагрузки (в пределах от 50 до 115 %) и содержания пыли в очищаемом воздухе (газе) – от 1 до 500 г/м<sup>3</sup>. В вихревом пылеуловителе не наблюдается износа внутренних стенок аппарата, что связано с особенностями его воздушного режима. Вихревой пылеуловитель с тангенциальным подводом первичного потока (рис.1 б)) рассчитан и разработан для цинкового производства металлургических заводов. Цинк в природе как самородный металл не встречается. Цинк добывают из полиметаллических руд, содержащих 1—4 % Zn в виде сульфида. Основной способ получения цинка — электролитический (гидрометаллургический). Из отходов производства получают цинковый купорос.

В технологической цепочке производства цинкового концентрата система пылеулавливания находится после обжиговой печи состоит из циклонов и электрофильтра. Применение вихревого пылеуловителя вместо циклона позволит повысить эффективность сепарации мелкодисперсной пыли на 10-15% и уменьшит

нагрузку на электрофильтр по твердой фазе, тем самым увеличит срок службы всей системы пылеулавливания.

Вихревой пылеуловитель для улавливания цинкового концентрата рассчитан и разработан для следующих условий производства:

Производительность печи 180 – 190 т/сут.

Количества уходящих газов из печи 17000 – 19000  $\text{м}^3/\text{час}$ .

Температура газов на выходе из печи 980  $^{\circ}\text{C}$ .

Запыленность газов 180 – 240  $\text{г}/\text{м}^3$ .

Расход воздуха  $L = (14 - 18) \times 10^3 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Давление воздуха 4,0  $\text{кгс}/\text{см}^2$ .

Производительность характеризуется количеством воздуха, которое очищается за один час. Стоимость газоочистки является важнейшим показателем, т.к. характеризует ее экономичность. Она зависит главным образом от капитальных затрат на оборудование и эксплуатационных расходов. Капитальные зависят от конструктивных особенностей и установленных мощностей оборудования. Эксплуатационные расходы зависят в основном от расхода электрической энергии, которые определяются потребляемой мощностью пылеуловителя. Эта мощность зависит от гидравлического сопротивления пылеуловителя (потери давления в нем  $\Delta P$ ):

$$\Delta P = \zeta_{\text{вх}} \frac{v_{\text{вх}}^2 \rho}{2}, \quad (1)$$

где  $v_{\text{вх}}$  - скорость потока во входном патрубке, м/с;

$\zeta_{\text{вх}}$  - коэффициент гидравлического сопротивления пылеуловителя;

$\rho$  - плотность газа.

Расход электрической энергии на пылеулавливания определяется потребляемой мощностью пылеуловителя:

$$N = \Delta P Q, \quad (2)$$

где  $Q = v_{\text{вх}} \omega_{\text{вх}}$  - расход воздуха,

$\omega_{\text{вх}}$  - площадь входного живого сечения.

$$N = \zeta_{\text{вх}} \frac{v_{\text{вх}}^3 \rho}{2} \omega_{\text{вх}}, \quad (3)$$

Таким образом, расход электроэнергии существенно зависит от скорости воздуха в пылеуловителе. Расход электроэнергии при одноступенчатой очистке находится в пределах от 0,035 до 1,0 кВт\*ч на 1000 кубических метров воздуха. Стоимость очистки воздуха в различных аппаратах значительно отличается. Как правило, более эффективная очистка обходится значительно дороже.

Выводы: подведения к вихревому пылеуловителю воздуха из запыленного потока наиболее экономичен: производительность установки повышается на 40 – 65 % с сохранением эффективности очистки; в вихревых пылеуловителях достигается эффективность очистки – 98 – 99 % и выше для частиц пыли размером около 10 мкм; на эффективность очистки оказывает незначительное влияние изменение нагрузки (в пределах от 50 до 115 %) и содержания пыли в очищаемом воздухе (газе) – от 1 до 500  $\text{г}/\text{м}^3$ ; рассчитан и разработан вихревой пылеуловитель для улавливания цинкового концентрата для условий производства; применение вихревого пылеуловителя позволит повысить эффективность сепарации мелкодисперсной пыли на 10-15% и уменьшит нагрузку на электрофильтр по твердой фазе и увеличит срок службы всей системы пылеулавливания.

#### Литература:

1. **Сугак, А.** Центробежные пылеуловители и классификаторы. Моделирование, расчет, проектирование. – [Текст] / А. Сугак, Е. Сугак // ИД «LAP Lambert Academic Publishing GmbH&Co», 2012.- 226 с.
2. **Лазарев, В.А.** Циклоны и вихревые пылеуловители. – [Текст] / В.А. Лазарев // Нижний Новгород: ОЗОН-НН, 2006. — 320 с.

3. **Сажин, Б.С.** Вихревые пылеуловители [Текст] / Б.С. Сажин, Л.И. Гудим // – Москва: Химия, 1995.
4. **Швыдкий, В.С.** Очистка газов [Текст]: справ. / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладычигев // - Москва: Теплоэнергетик, 2005. - 640 с.
5. **Strauss, W.** Industrial gas cleaning [Text] / W. Strauss // - Pergamum Press, 2006 - 472 p.
6. **Ветошкин, А.Г.** Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – [Текст] // Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. - 210 с.