

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИФФУЗОР- КОНФУЗОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ

Гого В.Б., канд. техн. наук, доц.,  
Малеев В.Б., докт. техн. наук, проф., Булыч А.С., м.н.с.  
Донецкий национальный технический университет

*Изложены результаты аналитического обоснования и конструктивной разработки параметров гидродинамической установки пылеулавливания, на основе диффузор-конфузорной трубы с целью повышения эффективности процесса очистки воздуха от пыли.*

*The stated results of the analytical motivation and constructive development parameter hydraulic installation to fishing of dust, on base diffuser-confuser of the pipe for the reason increasing of efficiency of the process peelings air from dust.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Актуальной проблемой для угольных шахт Украины продолжает оставаться увеличение числа случаев профзаболеваний рабочих, в основном пылевой этиологии. В результате отрасль терпит экономические убытки и теряет наиболее квалифицированные кадры. Поэтому борьба с угольной пылью является первостепенной задачей при ведении любых видов горных работ.

Научная сторона проблемы состоит в том, что не в полной мере раскрыты особенности улавливания пневмокониозоопасной пыли. Теория и практика показала, что наиболее эффективно эта проблема решается на основе применения установок с элементами, позволяющими повышать турбулентность и импульсные эффекты. Одним из направлений является применение установок, имеющих диффузор-конфузорные элементы для гидравлической очистки запыленного воздуха, однако, до настоящего времени, не установлена их оптимальная конфигурация и соотношения геометрических параметров.

**Анализ исследований и публикаций.** Анализ исследований [1,2,3,4] по проблемам гидропылеулавливания показал, что эффективность процесса может быть увеличена за счет энергии газового потока с использованием труб Вентури с подводом жидкости за счет энергии газового потока для очистки его от вредных примесей.

Однако вопрос о достижении наибольшей эффективности гидродинамических газоочистительных установок остается открытым, т.к. не используются эффекты волнового движения потока.

**Постановка задачи.** Гидравлическое сопротивление скруббера Вентури, растет с увеличением расхода жидкости. Однако гидравлическое сопротивление бесфорсуночной трубы-распылителя Вентури ниже, чем трубы с форсуночным орошением, при одних и тех же значениях удельного расхода жидкости и скорости газов. Это объясняется недостаточным дроблением капель в скруббере, что ведет к снижению его пылеулавливающей способности.

Поставим задачу – выполнить аналитическое обоснование конфигурации рабочего объема гидродинамической установки и обосновать конструктивные параметры используемых элементов [5].

**Изложение материала и результаты.** Проведем качественную оценку изменения параметров потока при переходе из диффузора в конфузор и обратно. Считаем, что поток одномерный, а переход потока адиабатный.

Тогда, используя уравнения энергии и сплошности потока, можно записать соотношения:

$$\frac{1}{u} \frac{du}{dx} = \alpha \frac{1}{s} \frac{ds}{dx}; \quad (1)$$

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dx} = \beta \frac{1}{s} \frac{ds}{dx}; \quad (2)$$

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dx} = \gamma \frac{1}{s} \frac{ds}{dx}, \quad (3)$$

где  $u$  – скорость по оси потока, м/с;

$p$  – давление, Па;

$\alpha, \beta, \gamma$  – коэффициенты, зависящие от характера потока.

Анализируя (1-3), можно установить следующие закономерности:

1) в расширяющейся части подъемной трубы - в диффузоре происходит торможение потока, т.е.

$$\frac{ds}{dx} > 0; \quad \frac{du}{dx} < 0; \quad (4)$$

2) в конфузоре поток ускоряется, что следует из соотношения:

$$\frac{ds}{dx} < 0; \quad \frac{du}{dx} > 0; \quad (5)$$

3) изменения давления в потоке обратны изменению скорости, т.е. давление в диффузоре возрастает, а давление в конфузоре убывает:

$$\frac{ds}{dx} > 0; \quad \frac{dp}{dx} > 0; \quad (6)$$

$$\frac{ds}{dx} < 0; \quad \frac{dp}{dx} < 0. \quad (7)$$

Таким образом, на основании (1-7) можно сделать вывод, что в трубе, состоящей из диффузор-конфузорных участков, происходит колебание давления, что порождает упругую волну. Газожидкостный поток перемещается при знакопеременном градиенте давления. Интенсивные вихреобразования, возникающие в диффузоре, являются зонами активного взаимодействия жидкости и газа, что ведет к повышению эффективности процесса передачи энергии от газа к жидкости. В конфузоре происходит образование пристеночных вихрей, которые срывают возвратное течение жидкости по стенкам и перемещают ее к оси потока. Особенно это активно происходит в сечении перехода от ступени к ступени. Волновой характер потока снижает эффект «проскальзывания» газа относительно жидкости без энергообмена, что повышает КПД процесса.

Учитывая режим работы систем гидропылеулавливания, рациональной с аэродинамической точки зрения и практики является конфигурация трубы со следующими соотношениями геометрических параметров:

1) для диффузора:

- диаметр входного сечения  $d_1$ ;
- угол раскрытия  $\alpha$  равный  $5...7^\circ$ ;
- длина  $l_2$ , равная

$$l_2 = 0,5(d_2 - d_1)(\operatorname{tg}\alpha)^{-1}; \quad (8)$$

2) для конфузора:

- диаметр входного сечения  $d_2$ ;
- угол сужения  $\beta$  равный  $12...15^\circ$ ;
- длина  $l_1$ , равная

$$l_1 = 0,5(d_2 - d_1)(\operatorname{tg}\beta)^{-1}. \quad (9)$$

При расчете исходных параметров работы диффузор-конфузорного канала, можно основываться на следующих формулах:

- для диаметра входного сечения диффузора:

$$d_1 = \sqrt{0,7Q_r} , \quad (10)$$

где  $Q_r$  - объемная подача газа, м<sup>3</sup>/с;

- для полного гидравлического сопротивления, с учетом возможных пылевых отложений:

$$\Delta p = 0,5(\xi_1 + \xi_2 + \xi_3)v_r^2 p , \quad (11)$$

где  $\xi_1$  - коэффициент гидравлического сопротивления газовому потоку;

$\xi_2$  - коэффициент, учитывающий рост гидравлического сопротивления из-за жидкой и твердой фаз потока;

$\xi_3$  - коэффициент, учитывающий рост гидравлического сопротивления вследствие возможных отложений в трубе;

$v_r$  - скорость газов в минимальном сечении канала;

$p$  - плотность газов на входе в смеситель.

### **Выводы и направления дальнейших исследований**

1. Аналитически обосновано, что в трубе, состоящей из диффузор-конфузорных элементов, возникают колебания давления, чем порождается упругая волна. Волновой характер пылегазового потока повышает эффективность процесса столкновения воды и части пыли, что улучшает гидравлическое пылеулавливание.

2. Обоснованы параметры диффузор-конфузорной трубы, которая является основой для конструктивной разработки систем гидроспылеулавливания.

Дальнейшими направлениями исследований является экспертная проверка и уточнение аналитических зависимостей для расчета диффузор-конфузорных элементов гидродинамической установки пылеулавливания.

#### Список источников.

1. Ишук И.Г., Позняков В.А. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий: Справочник. - М.: Недра, 1991. - 253 с.
2. Журавлев В.П., Демичева Е.Ф., Спириин Л.А. Методы борьбы с угольной пылью. - Ростов: Изд. Ростовского ун-та, 1988. - 144 с.
3. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под ред. А. А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 312 с.
4. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах / П.М. Петрухин, Г.С. Гродель, Н.И. Жилев и др. - М.: Недра, 1981. - 271с.
5. А.с. 1504375 СССР, МКИ F 04 F 1/18. Эрлифт / В.Г. Гейер, В.Б. Малеев, В.Б. Гого, Е.И. Надеев (СССР). - Опубл. 30.08.89, Бюл. № 32. - 2 с.

Дата поступления статьи в редакцию: 10.05.07