

*д.т.н., проф. Буянов А.Д.,
магистр механизации Павленко А.Т.,
к.т.н., доц. Мирошниченко В.Т.,
к.м.н. Чернов А.Т.,
магистр Ноженко А.А.*

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Розглядається можливість використання теорії при вирішенні завдання зниження запилення за рахунок аерогазопилединамічної реалізації при розробці апаратів пилеулавлювання за допомогою розрахункових двоступінчатих ежекційних схем.

Резервом значительного снижения запыленности атмосферы на различных технологических процессах являются схемы использования выброшенной энергии технологическим оборудованием. К таким энергиям можно отнести: рециркуляционное движение воздушных потоков, движения и вращения исполнительных органов работающего оборудования (центробежные силы); в металлургической и химической промышленности, когда в технологическом процессе существует температура 850-1050⁰С с большим успехом можно использовать Архимедовы силы (восстающие потоки); наряду с этим, можно и необходимо использовать факелы воды зонтичных форсунок, которые при давлении в 15 атм. (1,5 МПа) эжектируют воздух при расходе 1 л воды до 6 м³/мин.

Аэродинамические исследования при работе форсунки в эжекторной камере. Основным фактором влияющим на производительность эжектора (форсунки) по воздуху является диаметр активной части факела воды.

Некоторые расчеты справедливо говорят о том, что в эжекторной камере (аппарате) форсунку располагают внутри камеры, по ее оси. В этом случае факел форсунки не полностью раскрывается и эжекторный эффект воздушного потока значительно снижается.

Следовательно, необходимо решить вопрос расположения форсунки относительно среза камеры так, чтобы факел воды раскрывался до среза камеры.

С целью решения задачи увеличения производительности факела воды по воздуху, рассмотрим две схемы работы форсунки внутри камеры и за ее пределами на расстоянии $D/2$. (рис. 1)

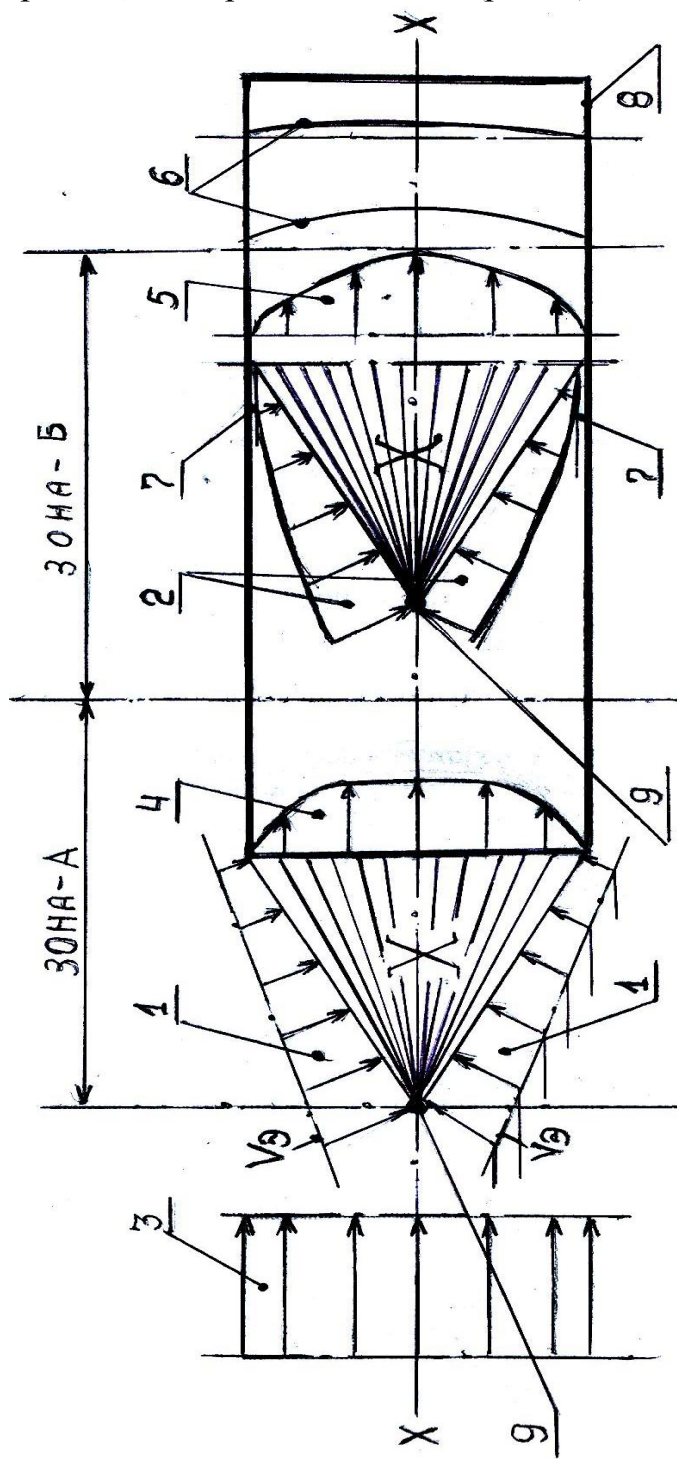


Рисунок 1

1,2,3,4,5,6 – эпюры скоростей воздуха, 7 – зона по периметру эжектора ≈ 8 мм – эжекция отсутствует, 8 – труба эжектора, 9 – форсунки, X – факелы воды

Теоретическое обоснование увеличения деления капель воды на мелкие фракции. По первой схеме (рис.1, зона А) форсунка расположена на таком расстоянии от входного сечения канала, при котором

устойчивый факел диспергированной воды касается трубы у среза. Та как эжектируемый пылегазовоздушный поток поступает из незамкнутого пространства (эпюра - 3), то годограф скоростей представляет собой усеченный конус (эпюра - 1). Направление скорости эжектируемого потока воздуха параллельно оси X, но в конечном счете скорость направления перпендикулярно образующей факела воды, составляющая представлена эпюрой - 4.

Количество эжектируемого воздуха определяется по формуле:

$$Q^1_{\text{э}} = V_{\text{э}} \cdot S_{\phi},$$

где V^l_{ϕ} – перпендикулярна составляющей скорости эжектируемого воздуха, м/с;

S_{ϕ} – площадь боковой поверхности конуса факела, м², тогда:

$$V^l_{\text{э}} = V_{\text{э}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2},$$

где $V^l_{\text{э}}$ - скорость воздушного потока, эжектируемого из атмосферы, м/с;

α – угол раскрытия факела воды форсунки, град.

$$S_{\phi} = \pi R (L_{\phi} + R),$$

где L_{ϕ} – длина образующей факела воды до прикосновения с каналом, м.

$$L_{\phi} = R \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}},$$

где R – радиус трубы эжектора, м.

$$\text{Получим } S_{\phi} = \frac{\pi R^2 (1 + \sin \frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Производительность эжектора по воздуху определяется:

$$Q_{\text{э}} = V_{\text{э}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{\pi R^2 (1 + \sin \frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2}} = V_{\text{э}} \cdot \pi R^2 (1 + \sin \frac{\alpha}{2})$$

Во второй схеме (рис. 1, зона Б) форсунка расположена в трубе на некотором расстоянии от среза трубы. Пылегазовоздушный поток

движется в цилиндрическом канале и его годограф скоростей имеет формулу кубического вращающегося параболоида (эпюра - 5). Это связано с тем, что в конце активного факела воды происходит резкое снижение скорости капле из за увеличения влияния силы трения воды о поверхность камеры. При дальнейшем движении поток стабилизируется и в контуре (сети) появляется годограф плавных скоростей (эпюра - 6). В этом случае среднюю скорость воздуха по оси канала X в первом приближении можно считать равной $\frac{2}{3} d$, причем у стенок цилиндрического канала и на некотором расстоянии от них она равна нулю. Так как факел воды эжектирует воздух перпендикулярно образующей факела (эпюра - 1), то скорость эжекции определится и количество эжектируемого воздуха при этом составит:

$$Q^2 = V_{\text{э}} \cdot S_{\text{ф}} \text{ м}^3/\text{мин},$$

$$\text{или } Q^2_{\text{э}} = \frac{2}{3} V_{\text{э}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{\pi R^2 (1 + \sin \frac{\alpha}{2})}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{2}{3} V_{\text{э}} \cdot \pi R^2 (1 + \sin \frac{\alpha}{2}).$$

При прочих равных условиях эффективность первой схемы А относительно второй схемы Б, увеличивается в n раз, т.е.:

$$n = \frac{Q^1_{\text{э}}}{Q^2_{\text{э}}} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ раз.}$$

Следовательно, количество тонкодисперсных капель воды пропорционально увеличится на это же число и эффективность улавливания тонкодисперсной пыли так же увеличится в 1,5 раза.

Выводы. Приведенные аналитические исследования подтвердили возможность увеличения в эжекторных аппаратах эффективность улавливания опасной тонкодисперсной пыли более чем в 1,5 раза, что позволило снизить запыленность до норм близких к ПДК.

Рассматривается возможность использования теории при решении задачи снижения запыленности за счет аэрогазопылединамических реализаций при разработке аппаратов пылеулавливания с помощью расчетных двухступенчатых эжекторных схем.

The possibility of theory appliance under the solving dust level reducing problem by way of air-gases-dust-dynamic realization under dust-catching apparatus developing with calculative double-level ejective schemes is considered.

Библиографический список.

1. Буянов А.Д. *Управление пыле и гидродинамическими потоками на пылящих процессах.* – Донецк: «Совинтерпрессполиграф», 1992, - 160с.

2. Буянов А.Д. *Применение эжекционных пеногенераторов и укрытия для локализации и подавления пыли.*//Производственная среда и интенсификация производственных процессов: Сб. трудов. – Киев: «Знание», 1976, - 25с.

3. Буянов А.Д. *Аналитические исследования воздухообмена в рециркуляционном устройстве ЭПП*//Проблемы разработки угольных пластов Донбасса: Сб. трудов. – Киев: УМК ВО, 1991. – с.78-87.

4. Саранчук В.И., Журавлев В.П., Рекун В.В., Беспалов В.И., Буянов А.Д., Страхова Н.А., Клойзнер В.Х., Саранчук Е.В. *Система борьбы с пылью на промышленных предприятиях:* - Киев: «Наукова думка», 1995, 187 с.

5. Феськов М.И, Буянов А.Д., Давиденко В.А. *Форсуночное обеспыливание и охлаждение воздуха в тупиковых забоях глубоких шахт:* изд. «Світлиця», г.Луганск, 1995, 172с.