

Моржавин А. В., ст. преп.

*Локтионова О. Г., д-р техн. наук, доц.
Юго-Западный государственный университет
Минко В.А., д-р техн. наук, проф.*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВИБРАЦИОННЫЙ ФИЛЬТР С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ РЕЖИМАМИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

morzhavin1970@mail.ru

В статье представлено новое конструктивное решение вибрационного фильтра для очистки аспирационного воздуха от пыли. Для снижения гидравлического сопротивления фильтра применяются вибрационное воздействие на фильтровальное полотно и системы автоматического управления виброприводом фильтрующего элемента и приводом вентилятора. Предлагаемое устройство позволяет снизить энергозатраты на фильтрацию и одновременно повысить производительность.

Ключевые слова: *вибрационный фильтр, гидравлическое сопротивление, энергозатраты.*

Технологические процессы механической переработки сыпучих материалов (дробление, помол, грохочение, перегрузки и т.д.) сопровождаются интенсивным пылеобразованием. Основным способом борьбы с пылью для рассматриваемых технологических процессов является аспирация с последующей очисткой аспирационного воздуха в пылеуловителях [1].

Следует отметить довольно высокий интерес к рукавным фильтрам со стороны ведущих мировых фирм – производителей пылеочистного оборудования. Анализ изобретательской активности в области пылеулавливания показывает, что по числу патентов, выдаваемых в мире на аппараты газоочистки, рукавные фильтры занимают первое место (более 50%), опережая зернистые фильтры и электрофильтры. Большой интерес к таким аппаратам проявляют такие страны, как США, ФРГ, Япония и др.

На основании вышесказанного следует, что рукавные фильтры остаются перспективными для использования в технологических процессах механической переработки сыпучих материалов сопровождающихся интенсивным пылеобразованием и поэтому необходима концентрация усилий по разработке систем пылеочистки воздуха на их основе.

Сегодня в различных технологических процессах широко используются вибрационные методы интенсификации, позволяющие не только увеличивать производительность, но и уменьшать энергозатраты на их осуществление, кроме этого, вибрационное оборудование обычно позволяет легко автоматизировать этот или иной процесс. Находят применение вибрационные устройства и в процессах фильтрации. В предлагаемом фильтре для очистки воздуха от пыли (рис.1) высокая эффективность в условиях дли-

тельной эксплуатации обеспечивается поддержанием нормированного гидравлического сопротивления фильтрующего элемента, за счет использования автоматического регулирования режимов работы вентилятора и вибропривода фильтрующего элемента.

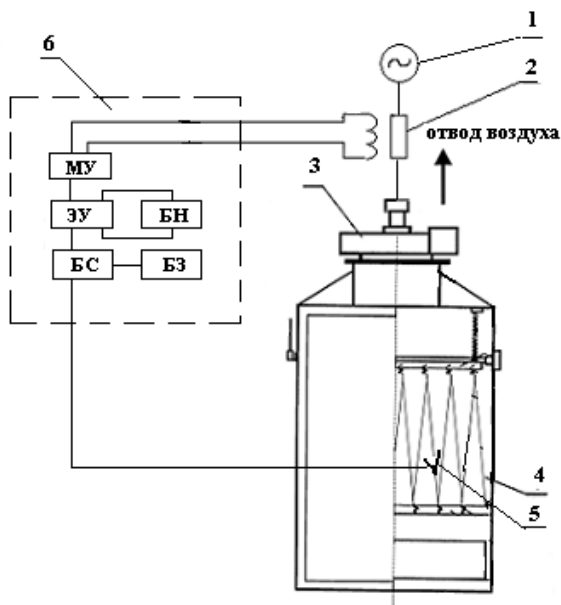
В зависимости от погодных-климатических условий, воздух, подаваемый на очистку от пыли, имеет разную температуру и, соответственно, плотность. В случае более низкой температуры очищаемого воздуха по сравнению с нормированной, определяемой заданной массовой производительностью, наблюдается перерасход энергии на привод 1 вентилятора 3. Для снижения энергозатрат фильтр оснащен регулятором скорости вращения 2 (в виде блока порошковых электромагнитных муфт).

За управление регулятором скорости вращения отвечает регулятор температуры 6, состоящим из блока сравнения БС, блока задания БЗ, электронного усилителя ЭУ, блока нелинейной обратной связи БН и магнитного усилителя МУ. Изменение температуры очищаемого воздуха фиксируется датчиком 5, установленным на фильтрующем элементе 4, и с него посылается сигнал на блок сравнения регулятора температуры. Сигнал от блока задания будет иметь меньшее значение, чем от датчика температуры, в результате чего на выходе блока сравнения появится сигнал отрицательной полярности. На вход электронного усилителя поступают сигналы с блоков сравнения и нелинейной обратной связи, где они вычитаются. Магнитный усилитель принимает сигнал с электронного усилителя, усиливает его по мощности, выпрямляет и посылает на регулятор скорости вращения. Отрицательная полярность сигнала от электронного усилителя вызывает уменьшение тока воз-

буждения на выходе магнитного усилителя, что вызывает снижение момента вращения привода

вентилятора, т.е. достигается сокращение энергозатрат.

а



б

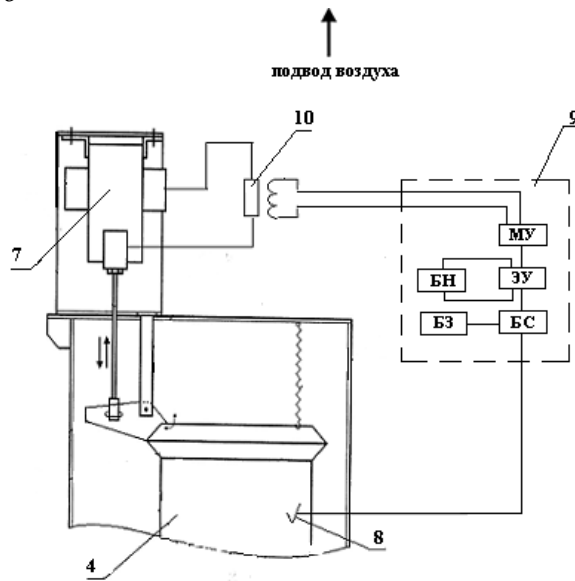


Рисунок 1. Вибрационный фильтр для очистки воздуха от пыли:

а - вид спереди; б - вид сбоку:

- 1 - привод вентилятора; 2 - регулятор скорости вращения; 3- вентилятор;
- 4 - фильтровальное полотно; 5 - датчик температуры; 6 - регулятор температуры; 7 - вибропривод;
- 8 - датчик перепада давления; 9 - регулятор давления; 10 - регулятор скорости перемещения

Процесс перехода очищаемого аспирационного воздуха из зоны запыленного в зону очищенного обусловлен наличием перепада давления, из-за преодоления аэродинамического сопротивления фильтровального полотна, что регистрируется датчиком перепада давления 8, выполненным, например, в виде электрического дифференциального манометра. При длительной эксплуатации наблюдается залипание частиц пыли на фильтровальном полотне, что повышает энергозатраты на работу вентилятора, из-за возрастания аэродинамического сопротивления фильтрующего элемента. Между зонами запыленного и очищенного воздуха возрастает разность давлений и сигнал от датчика перепада давления поступает на блок сравнения регулятора давления 9. При этом сигнал блока задания превышает сигнал датчика перепада давления и на выходе блока сравнения появляется сигнал положительной полярности, который поступает на вход электронного усилителя, сюда же поступает и сигнал с блока нелинейной обратной связи, где они вычитаются. Сигнал с выхода электронного усилителя поступает на вход магнитного усилителя, где он усиливается по мощности, выпрямляется и поступает на регулятор скорости перемещения 10. Положительная полярность сигнала электронного усилителя вызывает увеличение тока возбуждения на выходе

магнитного усилителя, тем самым увеличивая амплитуду колебаний вибропривода 7.

В случае уменьшения перепада давлений на фильтровальном полотне на выходе блока сравнения появится сигнал отрицательной полярности, т.е. происходит обратный процесс, приводящий к снижению амплитуды колебаний, и фильтр переходит в режим оптимальной очистки воздуха от пыли.

Материал, оседающий на фильтрующем элементе, представляет собой твердые частицы, поэтому его можно рассматривать как гранулированный грубодисперсный материал. Для получения дифференциальных уравнений течения такого материала используем гипотезу сплошности и применим методы механики сплошной среды [2, 3]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} + (\bar{V} \cdot \nabla) \cdot \bar{V} = \frac{1}{\rho} \nabla \bar{P} + \bar{F}, \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \nabla \cdot (vV) = 0, \\ P = P(v; D), \end{cases}$$

где, \bar{V} – вектор скорости материала;
 t – время;
 ρ – плотность материала;

\bar{F} - вектор объемных сил (массовых);

v - объемная концентрация материала;

P - тензор напряжений материала;

D - тензор скоростей деформаций материала

При построении реологического уравнения слой сыпучего материала на вибрирующем фильтровальном полотне рассматривается как вязкая жидкость, эффективная вязкость которой

определяется как для грубодисперсной системы [4].

Полученная система уравнений приводится к безразмерному виду, и ее решение производится методом крупных частиц [5].

Расчеты выполняются на плоской расчетной сетке, упрощенная схема процесса фильтрации представлена на рис. 2.

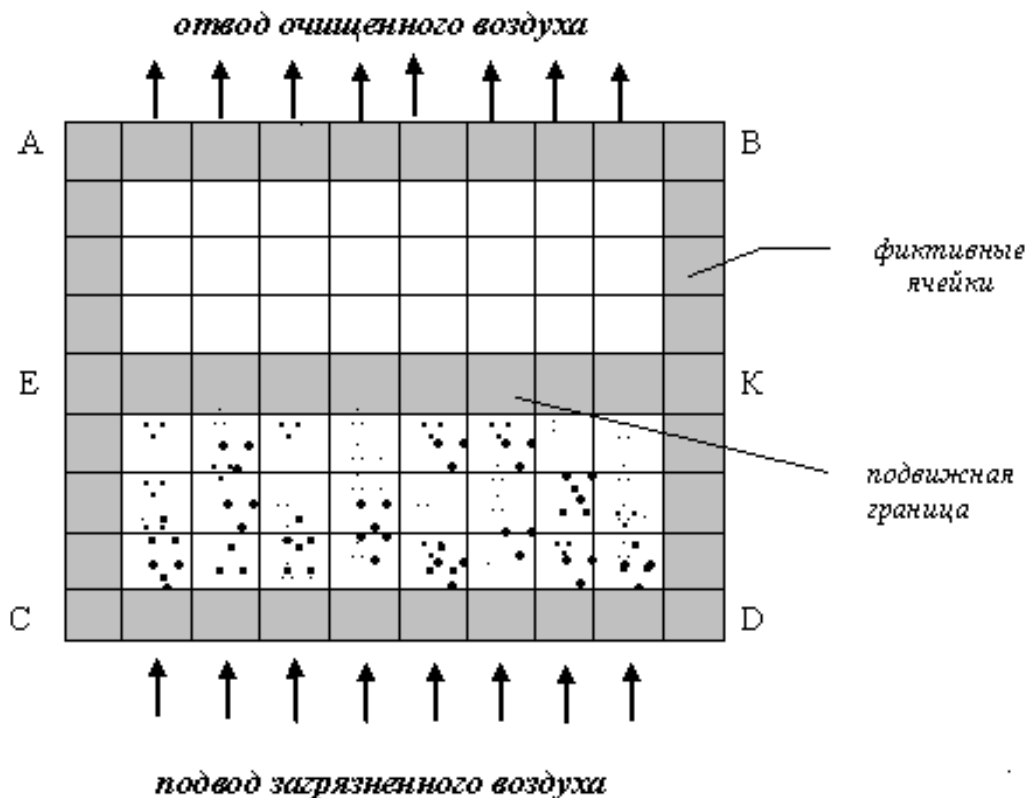


Рисунок 2. Расчетная схема процесса фильтрации

Здесь на границах АВ и CD задаются условия протекания, а на границах АС, BD и ЕК – не протекания. Граница ЕК моделирует вибрирующее фильтровальное полотно.

Предлагаемое техническое решение вибрационного фильтра позволит существенно сократить энергозатраты на проведение технологического процесса, при постоянно изменяющихся условиях работы, за счет поддержания нормированного гидравлического сопротивления аппарата путем автоматизации управления режимами очистки аспирационного воздуха от пыли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазус, М.Г. Фильтры для улавливания промышленных пылей [Текст] / М.Г. Мазус, А.Д. Мальгин, М.Л. Моргулис. - М.: Машиностроение, 1985. 240 с.

2. Яцун, С.Ф. Вибрационные машины и технологии для переработки гранулированных сред [Текст] / С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова // Старый Оскол: ТНТ, 2009. 296 с.

3. Локтионова, О.Г. Численное моделирование динамики вибрационного процесса разделения сыпучих смесей / О.Г. Локтионова // Известия Тульского гос. техн. ун-та. Сер. Технологическая системотехника. – Вып.8. – Тула: Издательство ТулГУ, 2006. - С.190-195.

4. Урьев, Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов [Текст] / Н.Б. Урьев. - М.: Химия, 1988. 256 с.

5. Белоцерковский, О.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. Вычислительный эксперимент [Текст] / О.М. Белоцерковский, Ю.М. Давыдов. - М.: Наука, 1982.-392 с.

