DOI: 10.17117/na.2016.01.01.343

<http://ucom.ru/doc/na.2016.01.01.343.pdf>

Поступила (Received): 21.01.2016

· <http://ucom.ru/na> · ISSN 2411-7609 ·

Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра

Agarkov A.M.
Forecasting performance the grainy filter of cyclone element

Циклонный элемент зернистого фильтра представляет собой модифицированный циклон с укороченными цилиндрической и конической камерами и расширенной внутренней (выхлопной) трубой в начале которой на перфорированном основании находится слой клинкера

Ключевые слова: циклонный элемент, зернистый фильтр, коэффициент сопротивления

The cyclone element granular filter is a modified cyclone with short cylindrical and conical inner chambers and extended (exhaust) pipe at the beginning of which is based on a perforated layer of clinker

Key words: cyclone member, particulate filter, coefficient of resistance

Агарков Александр Михайлович

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Agarkov Alexander Mikhailovich

Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov

Belgorod, Kostyukova st., 46

Диаметр выхлопной трубы (рис. 1) составляет (0,85...0,9) диаметра корпуса циклонного элемента.

Рис. 1 Схема циклонного элемента зернистого фильтра

Коэффициент сопротивления циклонного элемента будем относить к динамическому давлению входящего в него потока запыленного воздуха:

$$\xi = \frac{\Delta p}{\rho w_{\text{вх}}^2 / 2}. \quad (1)$$

Поскольку комбинированный зернистый фильтр устанавливается на всасывающей стороне, т.е. перед вентилятором, то полная потеря давления в циклонном элементе будет включать в себя сопротивление входа в циклонный элемент, потерю давления на вращение (крутку) воздушного потока в кольцевом канале, сопротивление входа в зернистый слой и потерю давления на трение.

Потери давления на трение в циклонах малы и ими обычно пренебрегают, поэтому эту составляющую коэффициента сопротивления циклонного элемента учитывать не будем [6, 8, 9, 10].

Максимальное значение коэффициента сопротивления входа равно $\xi_{\text{вх}} = 1$ [5].

На выходе из кольцевого канала и входе в зернистый слой поток запыленного воздуха расширяется и полностью теряет энергию вращательного движения, поэтому потерю давления на выходе из циклонного элемента можно представить в виде:

$$\Delta p_{\text{вых}} = \frac{\rho Q^2}{2F_{\text{вх}}^2} - \frac{\rho Q^2}{2(\pi R^2)^2} = \frac{\rho Q^2}{2F_{\text{вх}}^2} \left(1 - \left(\frac{F_{\text{вх}}}{\pi R^2} \right)^2 \right). \quad (2)$$

Отсюда

$$\xi_{\text{вых}} = 1 - \left(\frac{F_{\text{вх}}}{\pi R^2} \right)^2 = 1 - \left(\frac{\tilde{a}\tilde{b}}{\pi(R_1/R)^2} \right)^2 = 0,995. \quad (3)$$

Таким образом, коэффициент гидравлического сопротивления циклонного элемента комбинированного зернистого фильтра приведенный к входной скорости, не превышает значения $\xi = 2$. [1, 2]

Для рассмотренного выше примера гидравлическое сопротивление циклонного элемента составляет, Па:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho Q^2}{2F_{\text{вх}}^2} = 46,5, \quad (4)$$

что хорошо согласуется с опытными данными.

Коэффициент гидравлического сопротивления, отнесенный к скорости воздуха в плане циклонного элемента, равен:

$$\xi_{\text{ц}} = 2 \left(\frac{\pi D^2 / 4}{ab} \right)^2. \quad (5)$$

Для циклонного элемента с диаметром $D = 1$ м и размерами входного патрубка $a = 0,3$ м, $b = 0,15$ м получим $\xi_{\text{ц}} = 609,2$.

Эффективность улавливания пыли в циклонном элементе найдем с помощью вероятностно-энергетического метода, разработанного А.Ю. Вальдбергом [3]:

$$\eta = \Phi(x), \quad (6)$$

где $\Phi(x)$ – интеграл вероятностей, а величина x – определяется формулой:

$$x = \frac{\lg(\delta_m / \delta_{\eta=50})}{\sqrt{\lg^2 \sigma_{\eta} + \lg^2 \sigma_{\eta=50}}}.$$

Здесь δ_m – медианный размер частиц пыли, $\delta_{\eta=50}$ – размер частиц, улавливаемых в циклонном элементе с эффективностью 50 %, $\lg \sigma_{\eta}$, $\lg \sigma_{\eta=50}$ – среднеквадратические отклонения, входящие в функцию распределения частиц по размерам и функцию распределения фракционных коэффициентов очистки. Величина $\delta_{\eta=50}$ выражается через коэффициент гидравлического сопротивления циклонного элемента, его конструктивно-технологические параметры и свойства запыленного газа [4, 7]:

$$\delta_{\eta=50} = 14,5 \cdot 10^5 \xi_{\eta}^{-0,51} \sqrt{\frac{D\mu}{w_{\eta} \rho_{\eta}}}, \quad (7)$$

а для $\lg \sigma_{\eta=50}$ примем рекомендуемое значение [4]: $\lg \sigma_{\eta=50} = 0,352$.

Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M., Sharapov R.R. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // World Applied Sciences Journal T. 24. 2013. №10. С. 1399–1403.
2. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №6. С. 160–163.
3. Вальдберг А.Ю., Кирсанова Н.С. Метод расчета эффективности механических пылеулавливателей по энергозатратам. ТОХТ. 1992. Т. 26. № 1. С. 145–147.
4. Вальдберг А.Ю., Кирсанова Н.С. Практическая реализация вероятностно-энергетического метода расчета центробежных пылеулавливателей // Химическое и нефтяное машиностроение. 1994. № 9. С. 26–29.
5. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975. С. 4.
6. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Циклонные пылеуловители аспирационных систем // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 161–165.
7. Романович А.А., Харламов Е.В.. Строительные машины и механизмы: лабораторный практикум. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 145 с.
8. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Метод разделения железосодержащего минерального сырья // Научное обозрение. 2013. № 12. С. 99–101.
9. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28–32.
10. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Шапала В.Г., Шапала В.В. Моделирование процесса разделения в магнитно-аэродинамическом сепараторе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 91–95.