

УДК 677.08.021

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПИТАЮЩЕГО ВЕНТИЛЯТОРА
В СИСТЕМЕ ПНЕВМОТРАНСПОРТА ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**THE EFFICIENCY OF THE SUPPLY FAN
IN A PNEUMATIC TRANSPORT SYSTEM FOR SPINNING MILLS**

А.П. БАШКОВ, Г.А. ХОСРОВЯН
A.P. BASHKOV, G.A. KHOSROVYAN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: apb303@yandex.ru, khosrovyan_haik@mail.ru

При прохождении волокнистого материала через питающий вентилятор пневмосистемы происходит его повреждение и рассортировка смеси. Известные вентиляторы, исключаящие контакт волокна с лопатками рабочего колеса, имеют низкий коэффициент полезного действия. Достаточно высокий к.п.д. и сохранение структурной целостности потока достигается за счет введения материала в пневмотранспортный канал эжекторным способом с применением вентилятора особой конструкции. Разработана методика расчета к.п.д. этого вентилятора при различных технологических режимах.

There is damage to the fibrous material and sorting out of mixed when passing through the supply fan of the pneumatic system. Famous fans precluding contact of the fiber with fan blade have a low efficiency. High enough efficiency and maintain the structural integrity of material is achieved by injecting fiber into a pneumatic conveying through ejector channel with special design fan. Developed the method of calculating the efficiency of the fan under various technological regimes.

Ключевые слова: питающий вентилятор, волокнисто-воздушная смесь, эжекторный способ подачи, коэффициент полезного действия вентилятора.

Keywords: supply fan, fiber-air mixture, the ejector method of delivery, the efficiency of the fan.

При транспортировании волокнисто-воздушной смеси через напорную часть пневмосистемы, например, при подаче ее к бункерным питателям чесальных машин,

используются питающие вентиляторы, сквозь которые проходит волокнистая смесь. Проходящий через вентилятор материал испытывает влияние как самого ко-

леса, так и спирального кожуха. В результате происходит повреждение и зажгучивание волокна, причем тем интенсивнее, чем больше скорость транспортирования и кратность прохождения через вентилятор. Установлено, что при отключении одной или двух чесальных машин в системе "с возвратом" при производительности в пределах 25...35 кг/ч число узелков в чесальной ленте увеличивается на 30...40% [1]. Взаимодействие перемещаемого материала с вентилятором приводит к затрате дополнительной энергии, так как волокнистая смесь, сбрасываемая центробежной силой с лопасти на внутреннюю часть выгнутой стенки спиральной камеры, образует тормозной эффект в системе лопасть – смесь – кожух.

Конструкция вентиляторов пылевого типа, обычно используемых в данном случае, позволяет уменьшить повреждающее воздействие на волокнистый материал, но не исключает контакта волокна с лопастями рабочего колеса, его к.п.д. 55...60%. Почти полностью исключить контакт материала с рабочим колесом позволяют вентиляторы-сепараторы ВС-1, ВС-2 и ВСП-3 с эжекторной подачей, однако их к.п.д. низок – 26% [1].

Предлагаемый вентилятор с двумя боковыми насадками 1, 2 (рис. 1 – устройство для транспортировки волокнисто-воздушной смеси эжекторным способом: 1, 2 – боковые патрубки для подачи волокна, 3, 4 –

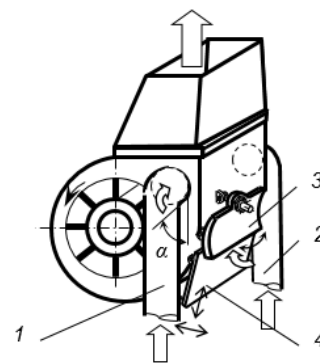


Рис. 1

При определении технологических режимов работы питающего вентилятора с эжекторной подачей материала необходимо знать зависимости его к.п.д. от аэродинамических режимов в насадках и вихревой камере и угла α , под которым волокнистая смесь вводится в основной поток.

Закон сохранения энергии при работе питающего вентилятора выразится равенством:

$$Q_1 p_1 = Q_1 \left[\frac{\rho_1 v_1^2}{2} - \left(p_2 - \frac{\rho_2 v_2^2}{2} \right) \right] = Q_2 p_2 + Q_3 p_3 + Q_1 \frac{\rho_1 v_1^2}{2} + Q_2 \frac{\rho_2 v_2^2}{2} - Q_3 \frac{\rho_3 v_3^2}{2} + 0,15 Q_3 \frac{\rho_3 v_3^2}{2}, \quad (1)$$

где p_1, p_2, p_3 , – соответственно статическое давление в осевом всасывающем канале, в эжекторных насадках и на выходе вентилятора; v_1, v_2, v_3 – скорости воздуха; Q_1, Q_2, Q_3 – расход воздуха; ρ_1, ρ_2, ρ_3 – плотность перемещаемой среды на тех же участках.

Скорость всасывания в эжекторной насадке можно выразить в долях скорости на выходе спиральной камеры, m :

$$v_1 = (1 + k - mk) v_3,$$

$$v_2 \cos \alpha = m v_3,$$

$$m = \frac{v_2 \cos \alpha}{v_3}.$$

Отсюда скорость в конце участка смешивания можно выразить как

$$v_3 = \sqrt{\frac{p_2 + p_3}{0,85 \rho_3 - m^2 \rho_2}}. \quad (2)$$

Тогда

$$Q_1(p_1 - p_3) = Q_1 \left[\frac{\rho_1 v_1^2}{2} - \frac{\rho_2 v_2^2}{2} - (p_2 + p_3) \right] = Q_1 \left[\frac{\rho_1(1+k-mk)^2 v_3^2}{2} - \frac{m^2 \rho_2 v_3^2}{2} - (p_2 + p_3) \right], \quad (3)$$

или

$$Q_1(p_1 - p_3) = Q_1 \left[\frac{\rho_1(1+k-mk)^2 (p_2 + p_3)}{0,85\rho_3 - m^2\rho_2} - \frac{m^2\rho_2(p_2 + p_3)}{0,85\rho_3 - m^2\rho_2} - (p_2 + p_3) \right] = \\ = Q_1 \frac{[\rho_1(1+k-mk)^2 - 0,85\rho_3](p_2 + p_3)}{0,85\rho_3 - m^2\rho_2}. \quad (4)$$

Для определения к.п.д. эжекторных установок используется формула Гибсона:

$$\eta = \frac{Q_2(p_2 + p_3)}{Q_1(p_1 - p_3)}. \quad (5)$$

После соответствующих подстановок получим:

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} \frac{0,85\rho_3 - m^2\rho_2}{\rho_1(1+k-mk)^2 - 0,85\rho_3}. \quad (6)$$

Если считать, что при небольших концентрациях примесей (материала в потоке)

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho_3, \quad \rho_3 = \frac{1+k}{\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}}, \quad \text{а коэффициент}$$

смешивания $k = \frac{Q_2}{Q_1}$, то

$$\eta = \frac{(0,85 - m^2)k}{(1+k-mk)^2 - 0,85}, \quad (7)$$

$$m = \frac{v_2 \cos \alpha}{v_3}. \quad (8)$$

Пусть $\cos \alpha = 1$, тогда

$$m = \frac{v_2}{v_3} = \frac{Q_2/F_2}{Q_3/F_3} = \frac{Q_2 F_3}{Q_3 F_2} = n \frac{Q_2}{Q_3} = n \frac{k}{1+k}, \quad (9)$$

где F_2 и F_3 – площади сечений соответственно эжекторного патрубка и выходного канала; n – их отношение.

С учетом (7) можно записать значение к.п.д. эжектора как

$$\eta = \frac{k[0,85(1+k)^2 - n^2 k^2]}{[(1+k)^2 - nk^2] - 0,85(1+k)^2}. \quad (10)$$

В этом уравнении величина n не зависит от k , поэтому можно определить η_{\max} как функцию двух независимых переменных. Пусть $k = 1$, тогда

$$\eta = \frac{4 - 1,18n^2}{1,18(4-n)^2 - 4}. \quad (11)$$

Взяв производную по n и приравняв ее к нулю, получим квадратное уравнение:

$$-n^2 + 4n - 3,4 = 0, \quad (12)$$

имеющее два корня: $n_1 = 1,226$ и $n_2 = 2,775$.

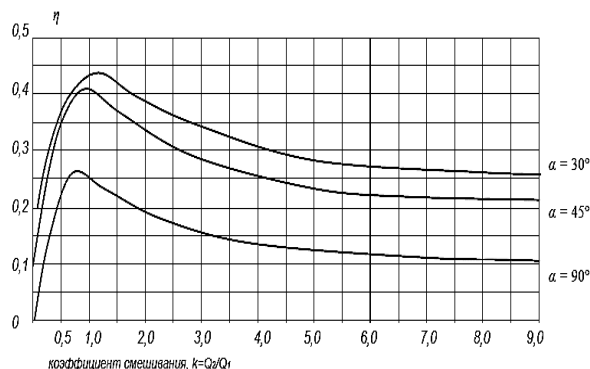


Рис. 2

Т а б л и ц а 1

к.п.д. диффузора 0,85 спиральной камеры				к.п.д. диффузора 0,80 спиральной камеры			
k	$n=F_3/F_2$	$m=v_2/v_3$	η , %	k	$n=F_3/F_2$	$m=v_2/v_3$	η , %
0,5	1,569	0,523	41,6	0,5	1,380	0,460	36,1
0,8	1,320	0,585	43,5	0,8	1,180	0,526	37,8
0,9	1,270	0,600	43,5	0,9	1,140	0,540	38,8
1,0	1,226	0,613	43,0	1,0	1,105	0,551	38,2
2,0	1,030	0,688	42,4	2,0	0,995	0,640	36,2
3,0	0,986	0,715	38,4	3,0	0,885	0,664	33,5
4,0	0,940	0,726	36,5	4,0	0,870	0,690	30,6
5,0	0,920	0,756	34,2	5,0	0,850	0,707	28,7
6,0	0,894	0,767	32,0	6,0	0,835	0,717	26,2
7,0	0,886	0,774	30,2	7,0	0,830	0,727	24,0
8,0	0,883	0,786	28,8	8,0	0,828	0,736	23,0
9,0	0,879	0,790	27,2	9,0	0,826	0,744	21,5
10,0	0,872	0,793	26,0	10,0	0,825	0,750	20,2

При первом значении n вторая производная отрицательна, следовательно, это значение соответствует η_{\max} при $k = 1$. Подставляя его в формулу (11), получим $\eta_{\max} = 43\%$. При $k = 2$ по аналогичным расчетам $\eta = 42,4\%$. Результаты вычислений при других значениях n и k сведены в табл. 1 (значения к.п.д. эжекторного питающего вентилятора при $\alpha = 90^\circ$).

На графике рис. 2 показана зависимость к.п.д. эжекторного питающего вентилятора от угла подсоединения насадок α и коэффициента смешивания потоков k .

ВЫВОДЫ

Разработана методика расчета к.п.д. эжекторного питающего вентилятора, где его значение будет минимальным при угле $\alpha = 90^\circ$ и максимальным при $\alpha = 0^\circ$.

Кроме этого существенное влияние на к.п.д. эжекторной установки оказывает коэффициент смешивания эжектируемого и основного потоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потанов Е.Д., Соколова Ю.А. Аэродинамика пористых материалов. – М.: "Палеотип", 2005.
2. Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Тюрин М.П., Отрубянников Е.В. Расчет вихревых камер для сушки волокнообразующих полимеров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3. С. 112...116.

REFERENCES

1. Potapov E.D., Sokolova Yu.A. Aerodinamika poristyh materialov. – M.: "Paleotip", 2005.
2. Kochetov L.M., Sazhin B.S., Tyurin M.P., Ot-rubyannikov E.V. Raschet vikhrevykh kamer dlya sushki voloknoobrazuyushih polimerov // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2008, №3. S.112...116.

Рекомендована кафедрой техноферной безопасности. Поступила 05.04.18.