Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXV вып. 1, 1973 г.

ВЛИЯНИЕ ДИФФУЗОРА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ К. П. Д. ВСАСЫВАЮЩЕГО ВЕНТИЛЯТОРА

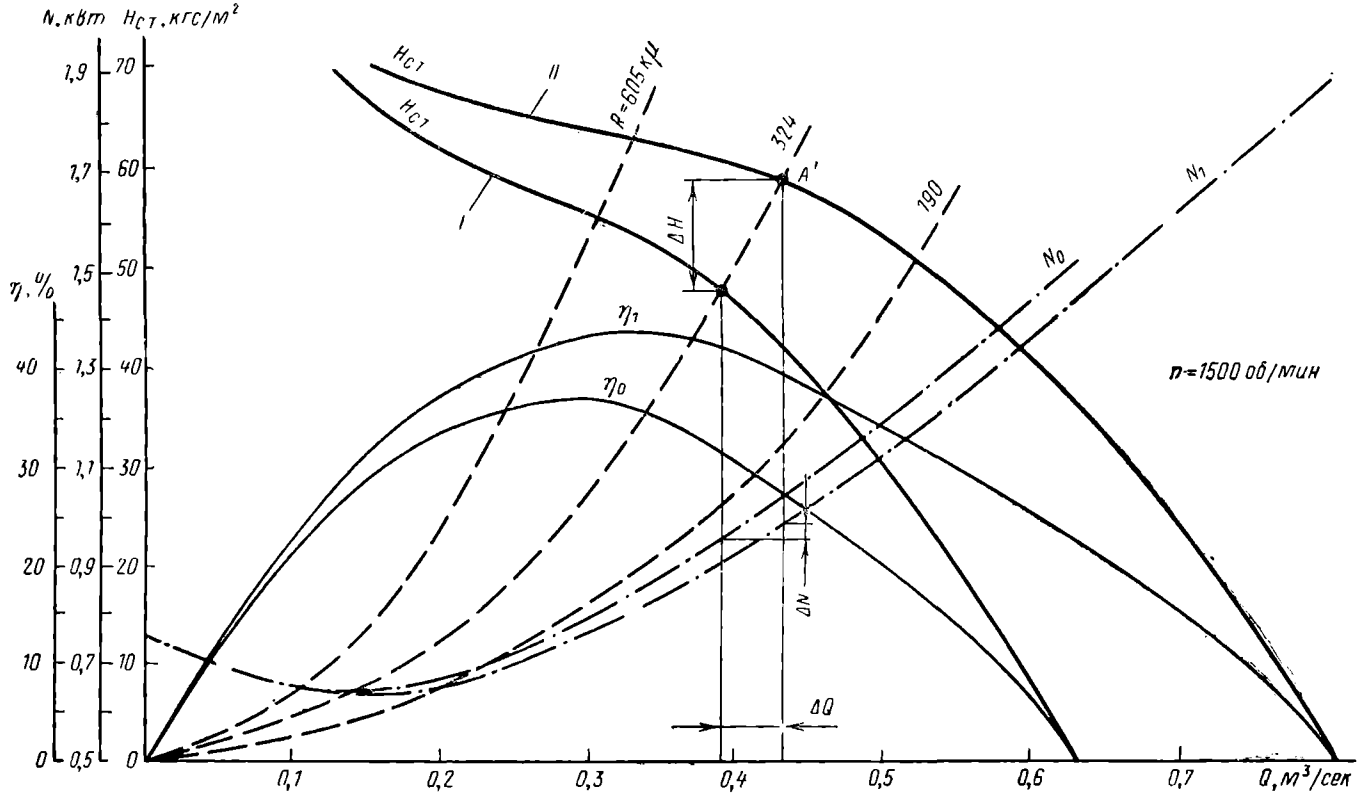
П. Чакраборти

О диффузорах имеется весьма обширная литература, и в современных научно-технических источниках этому вопросу уделяется много внимания. Большинство этих исследований связано с разработкой конструкций диффузоров и посвящено определению наивыгоднейшего угла раскрытия диффузора за центробежным и осевым вентилятором, потерь давления в диффузорах, оптимальной длины диффузора и др. Но исследований, посвященных вопросу о влиянии диффузора на эксплуатационные показатели работы вентилятора, очень мало. Часто можно встретить утверждение о том, что диффузор у всасывающего вентилятора служит для повышения статического давления вентилятора. По литературным источникам [1, 2, 3], диффузор исследовался только с той целью, чтобы, уменьшая динамическое давление на выходе вентилятора, получать дополнительное статическое давление. Однако при эксплуатации вентилятора часто приходится решать другие вопросы. Предположим, например, что вентилятор, работающий на всасывание, обеспечивает подачу в шахту необходимого количества свежего воздуха и что такая работа вентилятора отвечает техническим требованиям.

На рисунке приведена характеристика сети, а также индивидуальные характеристики центробежного вентилятора без диффузора (*I*) и с диффузором (*II*). Режим работы вентилятора при отсутствии диффузора характеризуется точкой A с показателями: $Q_0=0{,}388$ *м*^{3}/*сек*, $H_{ст}=47{,}6$ *кгс*/*м*^{2} и $N_0=0{,}949$ *квт*.

Данный вентилятор без диффузора полностью отвечает техническим требованиям проветривания рудника.

При снабжении вентилятора диффузором характеристика вентилятора значительно изменяется, тем не менее характеристика аэродинамического сопротивления трубопровода, на который работает вентилятор с диффузором, остается прежней. Рабочий режим вентилятора с диффузором определяется точкой A' В данном случае давление вентилятора $H_{ст}=58{,}3$ *кгс*/*м*^{2}, расход воздуха по трубопроводу увеличивается на $\Delta Q=0{,}04$ *м*^{3}/*сек*. Увеличение производительности при постоянном сопротивлении трубопровода сопровождается ростом давления на величину $\Delta H=10{,}7$ *кгс*/*м*^{2}, затраченная мощность тоже увеличивалась с $N_0=0{,}949$ до $N_1=0{,}978$ *квт*. В результате установки диффузора увеличилась производительность вентилятора и потребляемая мощность на за-



Характеристики центробежного вентилятора без диффузора (*I*) и с диффузором (*II*).

жимах электродвигателя. Однако по требованиям нормальных условий труда в данной шахте этого дополнительного количества воздуха не требуется, поэтому увеличение расхода электроэнергии оказывается неоправданным. Это положение можно проиллюстрировать экспериментальными данными (табл. 1)

Таблица 1

Затраченная мощность вентилятора, *квт*

Сопротивление, R, *кμ*	Без диффузора	С диффузором					
		7,5D		8КС		8КНС	
	N_0	N_1	ΔN	N_2	ΔN	N_3	ΔN
605	0,806	0,784	—0,022	0,818	0,012	0,822	0,016
324	0,949	0,977	0,028	0,994	0,045	1,000	0,051
190	1,097	1,174	0,077	1,242	0,145	1,207	0,110

Из таблицы видно, что увеличение перерасхода энергии при постоянном сопротивлении сети и разных диффузорах в исследуемых точках различно. Нужно заметить, что по мере роста производительности расход энергии увеличивается. В рассмотренном примере разность увеличения энергии не очень велика, так как исследуемый вентилятор потребляет малую мощность. В практических условиях разность затраченной мощности при работе без диффузора и с диффузором может быть весьма значительной.

Таким образом, существующий взгляд на диффузор как на устройство, повышающее статическое давление, правильный с точки зрения конструктора [4], но не дает исчерпывающего ориентира эксплуатационному инженеру-электромеханику. Известно, что для повышения статического давления вентилятора есть и другие пути, например повышение скорости вращения. В то же время статическое давление при эксплуатации рудничного вентилятора не является самоцелью. Известно, что депрессионный к. п. д. вентилятора при работе на всасывание имеет вид

$$\eta_{\text{деп}} = \frac{\dfrac{p_a - p_s}{\gamma} - \dfrac{v_s^2}{2g}}{\dfrac{p_a - p_s}{\gamma} + \dfrac{v_{\text{вых}}^2 - v_s^2}{2g} + \Delta H_{\text{маш}}},$$

где p_a — атмосферное давление; p_s — статическое давление на входе в вентилятор; v_s — скорость потока при входе в вентилятор; $v_{\text{вых}}$ — скорость потока при выходе из вентилятора; $\Delta H_{\text{маш}}$ — сумма всех потерь в машине.

Как видно из этой формулы, для повышения к. п. д. вентилятора необходимо уменьшить скорость выхода воздушного потока из машины. Для этого всасывающий вентилятор необходимо снабдить диффузором, роль которого в этом случае заключается в том, чтобы уменьшить затраченную работу и тем самым повысить к. п. д. вентилятора, работающего на всасывание. Рассмотрим вопрос об улучшении экономических показателей работы всасывающего вентилятора с диффузором. Очевидно, что, снизив с помощью диффузора приращение кинетической энергии, можно соответственно уменьшить и общую затраченную работу путем снижения скорости вращения колеса.

Из приведенных на рисунке характеристик следует, что депрессионный максимальный к. п. д. рассматриваемого вентилятора при работе без диффузора равен 37%, а при работе с диффузором — 43,5%. Таким образом, установка диффузора приводит к увеличению п. д. данного вентилятора на 6,5%.

Рассмотрим работу вентилятора в точках A и A' для объяснения роли диффузора в повышении экономичности работы всасывающего вентилятора. Допустим, что по трубопроводу, имеющему сопротивление 324 $к\mu$, нужно пропустить количество воздуха $Q_0=0{,}388$ *м³/сек*. Вентилятор без диффузора при скорости вращения 1500 *об/мин* и при заданной производительности в точке A развивает давление 47,6 *кгс/м²*, затрачивая мощность 0,949 *квт*, к. п. д. 30,6%. Если тот же вентилятор с диффузором (тип 7,5D) подключен к трубопроводу того же сопротивления, то новый режим работы в точке A' имеет следующие показатели: $Q_1=0{,}428$ *м³/сек*, $H_{ст}=58{,}3$ *кгс/м²*, $\eta_1=39{,}8\%$, $N_1=0{,}977$ *квт*. Чтобы получить требуемое количество воздуха ($Q_0=0{,}388$ *м³/сек*) в точке A, необходимо уменьшить число оборотов вентилятора. Вентилятор с диффузором типа 7,5D со скоростью вращения $n=1361$ *об/мин* дает требуемое количество воздуха с меньшим расходом электроэнергии при $N=0{,}73$ *квт*.

В табл. 2 приведены опытные данные, показывающие повышение п. д. в зависимости от типа диффузоров при разных режимах работы

Таблица 2

Зависимость повышения к. п. д. и мощности вентилятора от типа диффузора

Тип диффузора	n, *об/мин*	Q, *м³/сек*	H, *кгс/м²*	N, *квт*		$\frac{N_0-N}{N_0}100$, %	$\frac{\eta-\eta_0}{\eta_0}100$, %
			Без диффузора				
—	1500	0,303	55,5	0,806	37,2		
	1500	0,388	47,6	0,949	30,6		
	1500	0,459	36,8	1,100	23,0		
			С диффузором				
	1500	0,323	62,8	0,784	45,5	—	—
	1408	0,303	55,3	0,648	45,5	19,6	22,3
7,5D	1500	0,428	56,3	0,977	39,8	—	—
	1361	0,388	47,7	0,730	39,8	23,2	30,1
	1500	0,517	50,7	1,174	32,0	—	—
	13,30	0,459	40,2	0,812	32,0	25,9	39,1
8КС	1500	0,320	63,4	0,819	43,0	—	—
	1419	0,303	56,8	0,692	43,0	13,8	15,6
	1500	0,413	58,6	0,990	37,6	—	—
	1410	0,388	50,7	0,821	37,6	13,5	21,9
	1500	0,513	50,4	1,240	29,5	—	—
	1340	0,459	40,2	0,812	29,5	19,2	28,3
8КПС	1500	0,322	62,9	0,822	43,2	—	—
	1413	0,303	55,8	0,684	43,2	15,1	16,2
	1500	0,417	57,9	1,000	38,1	—	—
	1395	0,388	50,0	0,800	38,1	15,7	24,5
	1500	0,510	49,1	1,207	29,8	—	—
	1350	0,459	99,8	0,881	29,8	19,7	29,6

вентилятора, кроме того, показана величина выигрываемой мощности вентилятора с диффузором для выполнения одного и того же режима работы. Из табл. 2 видно, что при расходе 0,303 *м*³/*сек* применение диффузора позволило сократить потребление мощности приблизительно на 19% по сравнению с потреблением мощности вентилятора без диффузора путем снижения скорости вращения с 1500 до 1408 *об/мин*. При этом к. п. д. удалось повысить приблизительно на 22% по сравнению с к. п. д. вентилятора без диффузора при таком же режиме работы. Нужно указать, что при росте производительности вентилятора эти цифры значительно повышаются.

Выводы

1. Необходимость диффузора как средства повышения статического давления всасывающего вентилятора достаточно отражает только изменение характеристики вентилятора.

2. Диффузор необходим для всасывающего вентилятора и в том случае, когда не нужно повышать статическое давление, так как при этом он повышает статический к. п. д. вентилятора.

3. С точки зрения эксплуатационного инженера-электромеханика диффузор может быть использован и как резерв для увеличения производительности вентилятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин В. Н. Шахтные вентиляторные установки. Углетехиздат, 1953.
2. Воронин В. Н. Основы рудничной аэродинамики. Углетехиздат, 1951.
3. Локшин И. П., Газирбекова А. Х. Работа диффузоров, установленных за центробежными вентиляторами. — В сб.: «Промышленная аэродинамика», 1955, № 6.
4. Экк Б. Проектирование и эксплуатация центробежных и осевых вентиляторов. Госгортехиздат, 1959.