

ПОСОБИЕ 3.91 к СНиП 2.04.05-91

Вентиляторные установки

Главный инженер института
Главный специалист

И.Б.Львовский
Б.В.Баркалов

УДК 697.911

Рекомендовано к изданию решением секции Технического Совета арендного предприятия Промстройпроект.

Пособие 3.91 к СНиП 2.04.05-91 разработано Промстройпроектом (канд. техн. наук Б.В.Баркалов) при участии ин-та СантехНИИПроект (канд. техн. наук Л.А.Бычкова) взамен раздела 11 пособия к СНиП 2.04.05.86.

В Пособии 3.91 приводятся указания по расчету потерь давления в установках радиальных вентиляторов и их аэродинамических характеристик. Течение воздуха в вентиляторе и присоединение к нему фасонных частей взаимосвязаны.

Пособие предназначено для специалистов в области отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Рецензент доктор технических наук
Редактор инженер

В.П.Титов
Н.В.Агафонова

1. Вентиляторной установкой называют вентилятор с присоединенными фасонными элементами сети, находящимися на расстоянии до пяти диаметров ($5Dv$) от входного и $3Dg$ от выходного отверстия, где $Dg = 4,4v/P$, Av и P – площадь и периметр выходного отверстия вентилятора. Течение воздуха в вентиляторе и присоединенных фасонных элементах взаимосвязаны, поэтому потери давления в установках с радиальными вентиляторами и аэродинамические характеристики вентустановок следует рассчитывать по данному Пособию. Характеристики вентустановок с осевыми вентиляторами следует рассчитывать по работе [1].

1. Бычкова Л.А. Рекомендации по расчету гидравлических сопротивлений сложных элементов систем вентиляции - М., Стройиздат, 1981, 29 с.

2. Коэффициенты гидравлического сопротивления (потерь давления) входного и выходного элементов вентустановки ζ определены экспериментально и отнесены к динамическому давлению вентилятора P_{dv} Па. Величина ζ зависит от вида элемента, его геометрических характеристик, аэродинамической схемы вентилятора, режима его работы и дается при фиксированном расходе воздуха для трех характерных режимов: оптимального, соответствующего расходу L_{opt} м³/ч, при максимальном значении КПД, и на границах аэродинамической характеристики вентилятора, соответствующих значению $0,9\eta_{max}$ слева L_1 и справа L_2 от оптимального режима (рис. 1). При расположении рабочей точки на характеристике вентилятора в промежутке между оптимальным режимом и границей рабочей области величину коэффициента ζ следует определять интерполяцией.

3. Потери полного давления во входном и выходном элементах вентустановки ΔP , Па, рассчитываются по формуле:

$$\Delta P = \sum \zeta P_{dv} \quad (1)$$

где $\sum \zeta$ - сумма коэффициентов сопротивления входного и выходного элементов,

$$P_{dv} = \rho / 2 \left(\frac{L}{A_v} \right)^2$$

- динамическое давление вентилятора в рабочей точке, Па.

Пример 1. Задано определить оптимальные геометрические характеристики и гидравлические потери пирамидального диффузора за радиальным вентилятором с лопатками, загнутыми вперед. Относительная длина диффузора $\bar{l} = l/Dg = 1,5$.

Решение. По рис.3б находим, что длине $\bar{l} = 1,5$ соответствует оптимальная степень расширения $n=1,9$. Коэффициент сопротивления в таком диффузоре согласно табл. 3 составит на оптимальном режиме 0,3, на левой границе рабочей области 0,5, на правой границе 0,31.

Пример 2. Требуется по заданной характеристике полного давления радиального вентилятора с лопатками, загнутыми назад, построить характеристики вентустановки (рис.1).

Перед входом в вентилятор размещен плавный отвод, за вентилятором следует диффузор, отвод, короб.

Решение. Согласно табл. 2 коэффициенты ζ и относительное снижение КПД установки с плавным отводом $R=1,5D_0$ на входе для трех характерных режимов составят: $\zeta=0,4; 0,45$ и $0,36$; а $\Delta\eta = 0,01; 0,01$ и $0,02$.

За вентилятором размещен диффузор ($\bar{l} = 1,5, n = 2$), отвод ($R = Dg$) и короб $\bar{H} = H/Dg = 2$. Для выходного элемента по п. 4в коэффициенты ζ для трех характерных режимов работы вентилятора составят: при L_1 коэффициент $\zeta = 2$, при L_{opt} и $L_2, \zeta = 0,7$. Используя эти значения, рассчитываем по формуле 4 относительное снижение КПД установки под влиянием элементов выхода.

Полное давление вентиляторной установки P'_v на характерных режимах определяется по формуле (1) как разность полного давления вентилятора и суммарных потерь давления во входных и выходных элементах установки.

Относительное снижение КПД установки в каждой из трех точек суммируется для элементов входа и выхода, а КПД рассчитывается по формуле (3). По полученным трем точкам строится кривая КПД вентустановки.

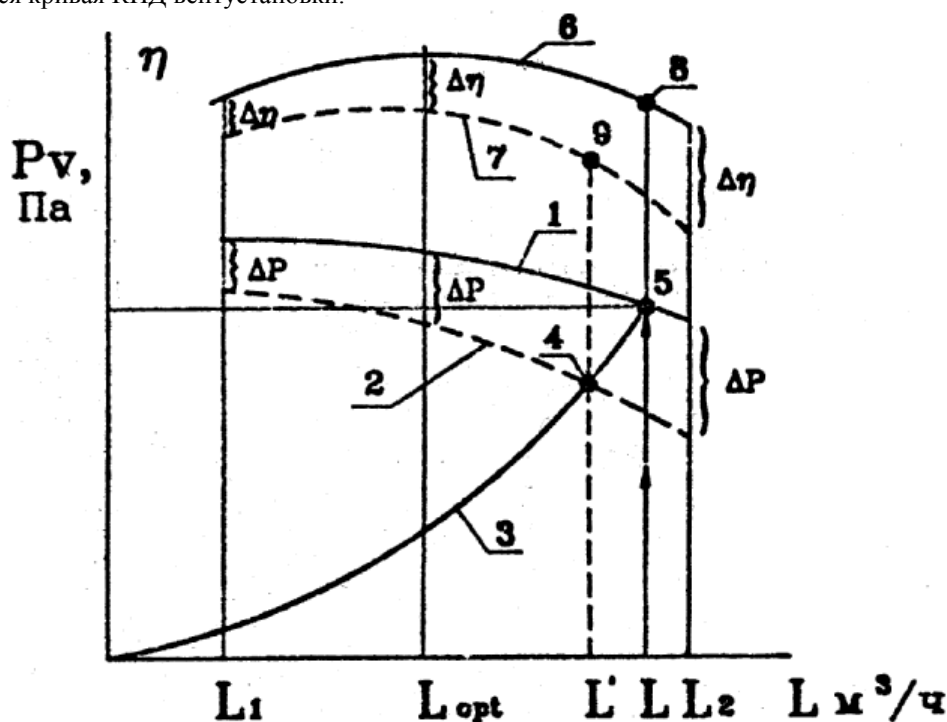


Рис. 1. Аэродинамические характеристики вентилятора и вентиляторной установки: 1- кривая полного давления вентилятора; 2- кривая полного давления вентиляторной установки; 3- характеристика сети; 4- рабочая точка вентиляторной установки; 5- рабочая точка вентилятора (без учета потерь давления в фасонных присоединительных элементах сети); 6- кривая КПД вентилятора; 7- кривая КПД вентиляторной установки; 8- значение КПД вентилятора, соответствующее рабочей точке 5; 9- значение КПД вентиляторной установки, соответствующее рабочей точке

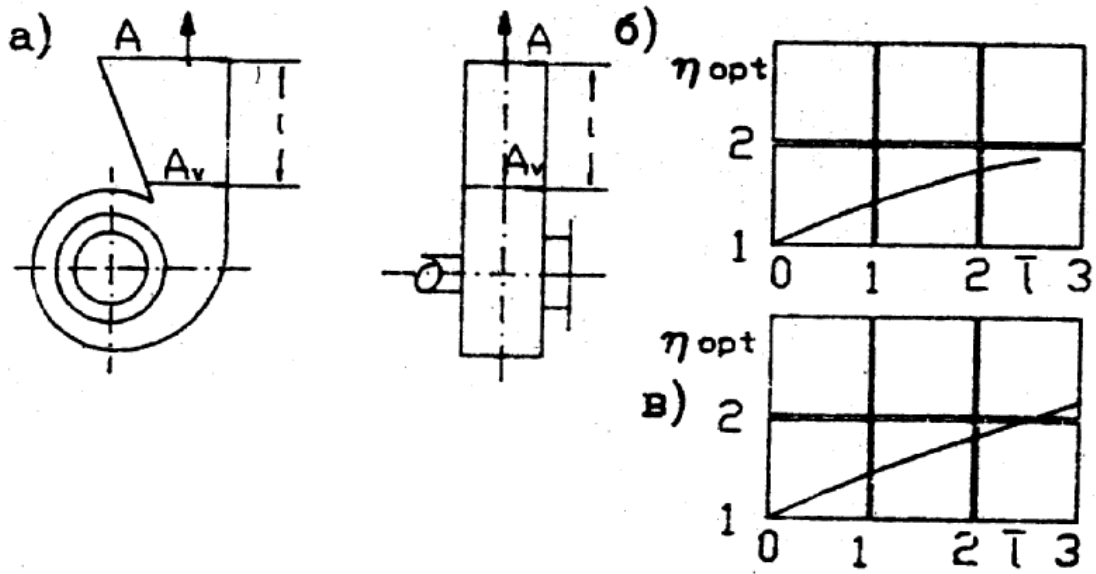


Рис. 4. Геометрические характеристики оптимальных, плоских несимметричных диффузоров за радиальными вентиляторами: а - размеры диффузоров; б - график оптимальных относительных размеров диффузоров $\bar{l} = l / \frac{4A_v}{\Phi}$ и $n_{opt} = A/A_v$ за вентиляторами с лопатками загнутыми вперед; в- то же, но с лопатками загнутыми назад; A_v, A - площадь поперечного сечения диффузора, m^2 ; l - длина диффузора, м; Φ - периметр выходного сечения вентилятора, м.

Таблица 1

Значение коэффициентов сопротивления ζ и относительного снижения КПД $\Delta\bar{\eta}$ установок радиальных вентиляторов с лопатками, загнутыми вперед

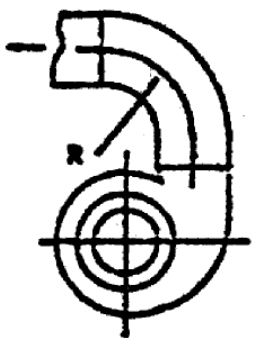
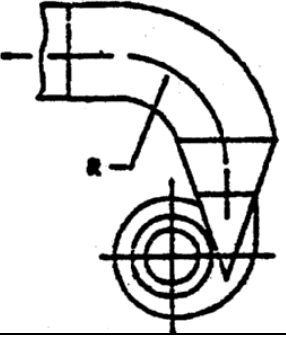
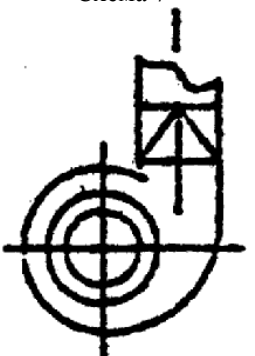
Схемы элементов входа	$\zeta / \Delta\bar{\eta}$	Режим работы вентилятора		
		L_1	L_{opt}	L_2
<p>Схема 1</p> <p>$R=1-1,5D_0$</p>	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,4 0,05	0,4 0,05	0,35 0,1

Значение коэффициентов сопротивления ζ и относительного снижения КПД $\Delta\bar{\eta}$ установок радиальных вентиляторов с лопатками, загнутыми назад

Схемы элементов входа	$\zeta / \Delta\bar{\eta}$	Режим работы вентилятора		
		L_1	$L_{\text{орг}}$	L_2
<p>Схема 1</p> <p>$R=1-1,5D_0$</p>	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,4 0,01	0,4 0,02	0,36 0,02
<p>Схема 2</p> <p>—</p>	ζ $\Delta\bar{\eta}$	1 0,08	1 0,08	1 0,20
<p>Схема 3</p> <p> $\bar{l} = 1$ $n = 0,7$ </p> <hr/> <p> $\bar{l} = 1,2$ $n = 0,5$ </p> <hr/> <p> $\bar{l} = 1,4$ $n = 0,4$ </p> <p> $\bar{l} = 1 / D_0$ $n = (D_0 / D_1)^2$ </p>	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,7 0,07	0,3 0,07	0,2 0,05
<p>Схема 4</p> <p> $n = 1,5$ $\bar{l} = 0,8$ </p> <hr/> <p> $n = 2$ </p> <hr/> <p> $n = 1,5$ $\bar{l} = 1,4$ </p> <hr/> <p> $n = 2$ </p> <p> $\bar{l} = 1 / D_0$ $n = (D_0 / D_1)^2$ </p>	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,5 0,03	0,5 0,06	0,3 0,08
	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,5 0,02	0,8 0,10	0,8 0,21
	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,2 0,01	0,3 0,04	0,3 0,07
	ζ $\Delta\bar{\eta}$	0,2 0,02	0,3 0,04	0,7 0,08

Таблица 3

Значение коэффициентов сопротивления ζ установок с радиальными вентиляторами

Схема	Характер истика выхода	Лопатки вентилятора	Режим работы вентилятора		
			L_1	$L_{орг}$	L_2
<p>Схема 5</p> 	$R = D_{ou}$	<p>вперед ζ</p> <hr/> <p>назад ζ</p>	<p>0,2</p> <hr/> <p>0,6</p>	<p>0,3</p> <hr/> <p>0,2</p>	<p>0,3</p> <hr/> <p>0,3</p>
<p>Схема 6</p> 	<p>Диффузо R $n = 2,$ $\alpha = 14^\circ,$ ОТВОД $R = D_{ou}$</p>	<p>вперед ζ</p> <hr/> <p>назад ζ</p>	<p>0,4</p> <hr/> <p>0,2</p>	<p>0,2</p> <hr/> <p>0,2</p>	<p>0,2</p> <hr/> <p>0,2</p>
<p>Схема 7</p> 	—	<p>вперед ζ</p> <hr/> <p>назад ζ</p>	<p>0,2</p> <hr/> <p>0,1</p>	<p>0,2</p> <hr/> <p>0,1</p>	<p>0,2</p> <hr/> <p>0,1</p>