



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

## **Методические указания**

к выполнению лабораторной работы  
«Испытание радиального вентилятора и  
построение его полной характеристики»  
по дисциплине

# **«Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ»**

Авторы

Пирожникова А. П.,  
Говорунов М. А.

Ростов-на-Дону, 2020

## Аннотация

Методические указания к выполнению лабораторной работы «Испытание радиального вентилятора и построение его полной характеристики» по дисциплине «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ» предназначены для бакалавров очной, заочной форм обучения направления 08.03.01 «Строительство»

## Авторы

к.т.н., профессор Карагодин Ю.Н.,	кафедры	«ТГСИВ»
ст. преподаватель Пирожникова А.П.	кафедры	«ТГСИВ»



## Оглавление

<b>1. Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Общие методические указания .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Приборы и инструменты, необходимые для выполнения работы .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Порядок выполнения работы .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Требования техники безопасности при выполнении работы .....</b>	<b>10</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>10</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>11</b>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Целью работы является ознакомление студентов с методикой аэродинамических испытаний вентилятора и с принципом построения его полной характеристики.

## 2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

2.1. Полная характеристика вентилятора представляет собой графическую зависимость основных параметров (полного давления  $P_v$ , потребляемой мощности  $N$  и коэффициента полезного действия  $\eta$  от подачи  $Q$ ), характеризующих его работу, при определенном диаметре рабочего колеса и неизменных частоте вращения и плотности перемещаемой среды (рис. 1).

При помощи характеристик подбирают вентиляторы для работы в конкретной вентиляционной сети, анализируют различные случаи их совместной работы и судят об экономичности. Характеристики вентиляторов определяют экспериментально, т.к. аналитической зависимости между параметрами его работы пока не существует.

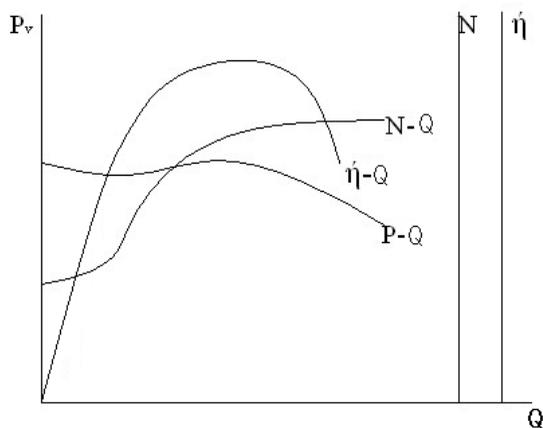


Рис. 1. - Полная характеристика радиального вентилятора

Для построения полной характеристики вентилятора необходимо выполнить комплекс аэродинамических испытаний при различных режимах работы, изменяя его подачу от нулевой до максимальной. Целью испытаний является определение полного давления, создаваемого вентилятором, его подачи и потребляемой мощности в каждом испытательном режиме. Остальные параметры, необходимые для построения полной характеристики, определяются расчетом.

2.2. Схема экспериментальной установки, предназначенной для аэродинамических испытаний вентилятора, приведена на рис. 2.

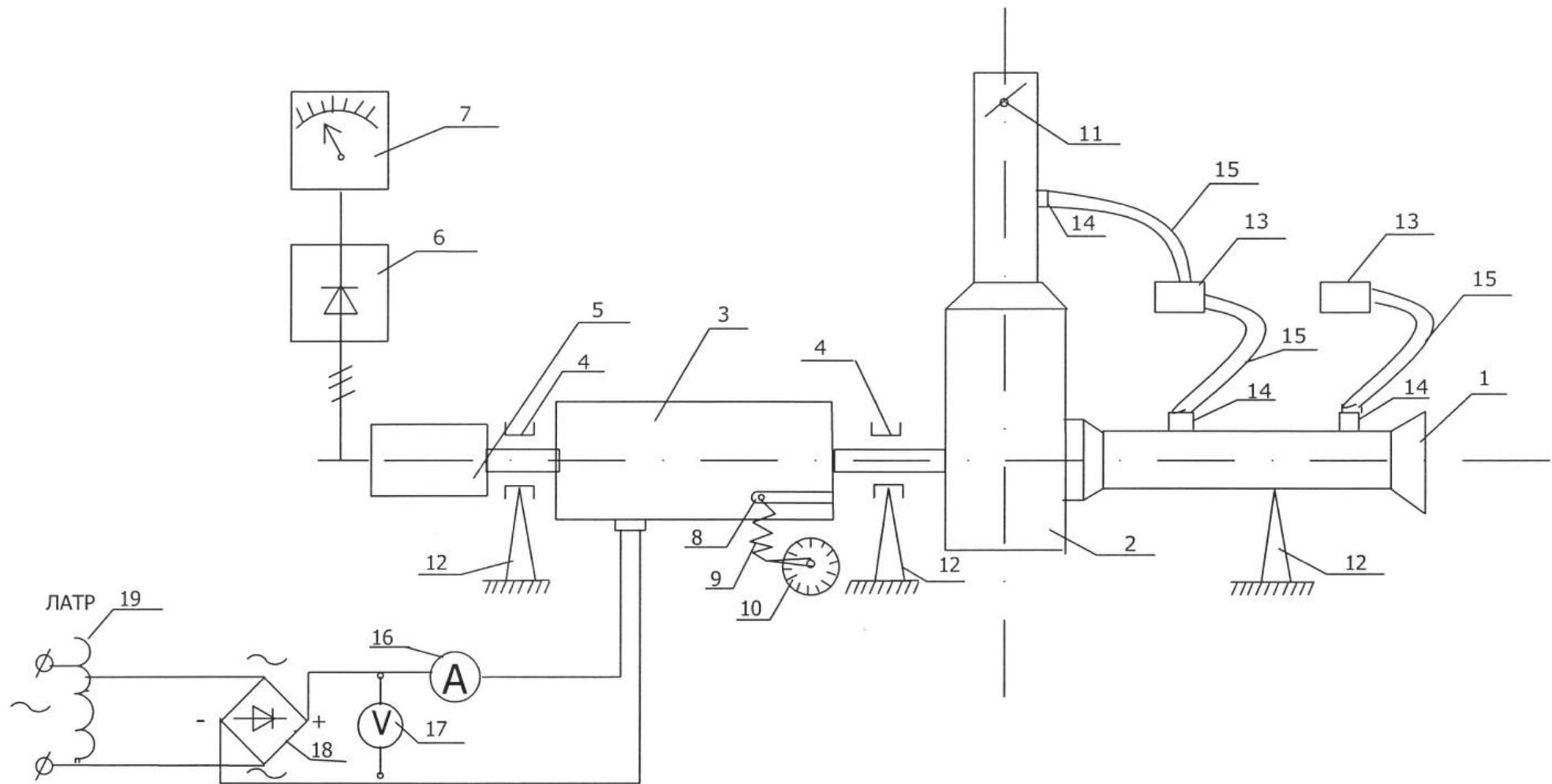


Рис.2. Схема экспериментальной установки:

- 1–калиброванный воздухоприемный коллектор; 2 – вентилятор; 3 – электродвигатель; 4 – подшипник; 5 – тахогенератор;  
 6– выпрямитель; 7– измеритель числа оборотов рабочего колеса; 8 – рычаг; 9 – пружина; 10 – измеритель крутящего момента;  
 11 – дроссель-клапан; 12 – опоры; 13 – микроманометры; 14 – отборники статического давления; 15 – резиновые шланги;  
 16 – амперметр; 17 – вольтметр; 18 – диодный мост (выпрямитель); 19 – лабораторный автотрансформатор

2.3. Определение параметров работы вентилятора производится следующим образом.

2.3.1. Подача вентилятора по воздуху  $Q$ , ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) определяется по формуле

$$Q = \alpha F_k u, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент коллектора, равный  $0,985 \pm 0,005$ ;  
 $F_k$  – площадь поперечного сечения коллектора в месте измерения разряжения,  $\text{м}^2$ ;  
 $u$  – средняя скорость движения воздуха в рассматриваемом сечении коллектора,  $\text{м}/\text{с}$

Средняя скорость

$$u = \sqrt{2P_k / \rho_v} = \sqrt{\frac{2}{353} P_k T_B} = 0,0753 \sqrt{P_k T_B}, \quad (2)$$

где  $P_k$  – статическое давление воздуха (разрежение) в рассматриваемом сечении коллектора, Па;  
 $\rho_v$  – плотность воздуха в помещении,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $T_B$  – абсолютная температура воздуха в помещении,  $^\circ\text{К}$

Таким образом, для определения подачи вентилятора необходимо измерить статическое давление воздуха (разрежение) в коллекторе, температуру воздуха и обработать экспериментальные данные по формулам (1) и (2). Все результаты измерений и расчетные данные заносят в табл. 1.

Статическое давление  $P_k$  измеряется при помощи дифференциального микроманометра, при этом шланг от отборника статического давления присоединяется к штуцеру (-) микроманометра, штуцер (+) сообщается с атмосферой.

2.3.2. Полное давление, создаваемое вентилятором  $P_v$ , складывается из полных давлений в нагнетательном  $P_n$  и всасывающем  $P_{вс}$  патрубках вентилятора (Па)

$$P_v = P_n + P_{вс} = (P_{ст} + P_{д})_n + (P_{ст} - P_{д})_{вс}, \quad (3)$$

где  $P_{ст}$  и  $P_{д}$  – соответственно статическое и динамическое давление

Площади поперечного сечения и количество воздуха, проходящего в нагнетательном и всасывающем воздуховодах, где производится измерение давлений, одинаковы, поэтому динамические давления в них равны. Следовательно, полное давление, создаваемое вентилятором, будет равно сумме абсолютных величин статических давлений в этих сечениях

$$P_v = P_{ст.н} + P_{ст.вс} = P_{ст.н} - P_{ст.вс}. \quad (4)$$

Измерение разности давлений ( $P_{ст.н} - P_{ст.вс}$ ) производится дифференциальным микроманометром, при этом шланг от отборника статического давления в нагнетательном патрубке присоединяется к штуцеру (+) микроманометра, а шланг от отборника статического давления во всасывающем патрубке присоединяется к штуцеру (-) микроманометра.

2.3.3. Потребляемая вентилятором мощность определяется двумя способами. При работе электродвигателя в его статоре возникает момент, равный крутящему моменту ротора, но с обратным знаком. В лабораторной установке (см. рис. 2) статор двигателя свободно качается, а ротор вращается в подшипниках – 4, закрепленных на неподвижных опорах – 12 вне статора. К статору прикреплен рычаг – 8 длиной  $l$  (м), тогда крутящий момент  $M$ , Н·м, можно определить по формуле

$$M = 9.81Gl, \quad (5)$$

где  $G$  - масса, уравновешивавшая корпус электродвигателя, кг, определяемая измерителем массы 10

Мощность, Вт, на валу вентилятора

$$N_v = M\omega = \frac{9.81 \cdot \pi \cdot G \cdot l \cdot n}{30}, \quad (6)$$

где  $\omega$  – угловая скорость,  $c^{-1}$ ;  
 $n$  – число оборотов ротора, об./мин

#### 2.3.4. Коэффициент полезного действия вентилятора

$$\eta_v = \frac{P_v Q}{N_v} \quad (7)$$

### 3. ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 3.1. Цифровой тягомер – 13.
- 3.2. Электронный термометр.
- 3.3. Измеритель числа оборотов – 7.
- 3.4. Лабораторный автотрансформатор (ЛАРТ) – 19.
- 3.5. Измеритель крутящего момента – 10.

### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. При помощи дроссель-клапана устанавливается режим работы вентилятора, соответствующий условию  $Q=0$  (дроссель-клапан полностью закрыт);

4.2. ЛАТРОм устанавливается заданная частота вращения рабочего колеса вентилятора.

4.3. В данном режиме работы вентилятора дифференциальным микроманометром измеряется разрежение в воздухоприемном коллекторе  $P_k$  и давление вентилятора  $P_v$ , равное разности статических давлений воздуха в нагнетательном и всасывающем патрубках вентилятора  $P_v$ .

4.4. Термометром измеряется температура воздуха в помещении.

4.5. Разновесами рычажных весов уравнивается статор работающего электродвигателя и определяется уравнивающая масса  $G$ .

4.6. Измеряются показания приборов амперметра и вольтметр.

4.7. По формуле (1) определяется подача, по формуле (4) – полное давление, по формулам (6) – потребляемая мощность и по формуле (7) – коэффициент полезного действия вентилятора.

4.8. После выполнения полного цикла измерений в первом режиме испытаний при помощи дроссель-клапана увеличивается подача вентилятора, и проводятся его испытания во втором режиме. Для построения полной характеристики необходимо провести испытания вентилятора не менее чем в шести различных ре-

жимах его работы при разной подаче.

При любых режимах работы с помощью ЛАТРа устанавливается заданная частота вращения рабочего колеса вентилятора, равная частоте вращения при первом режиме его работы.

4.9. Данные измерений и результаты их обработки заносятся в таблицу наблюдений, форма которой приведена в приложении.

4.10. По данным таблицы наблюдений строится полная характеристика испытываемого вентилятора.

4.11. По результатам лабораторной работы составляется отчет, который должен содержать название работы, ее цель, краткую методику аэродинамических испытаний вентилятора, таблицу наблюдений и полную характеристику вентилятора.

## **5. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ**

5.1. Необходимо выполнять работу в строгом соответствии с методическими указаниями.

5.2. Запрещается включать экспериментальную установку без разрешения преподавателя или учебного мастера.

5.3. Запрещается работать на экспериментальной установке при неисправном заземлении и числе оборотов рабочего колеса вентилятора, превышающем максимально допустимый предел.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Поляков В.В., Скворцов Л.С. Насосы и вентиляторы. – М.: Стройиздат, 1990. – 335 с.

2. Карагодин Ю.Н. Обоснование выбора вентиляторов при проектировании систем вентиляции. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2006. – 87 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица наблюдений

№ режима	n, об/мин	Измерения давления		Скорость	Подача	Показания приборов	N <sub>v</sub> , Вт	η <sub>v</sub>
		P <sub>к</sub> , Па	P <sub>в</sub> , Па	u, м/с	Q, м <sup>3</sup> /с	G, кг		
1								
2								
3								
4								
5								
6								