

Практическая работа

Определение параметров центробежного вентилятора

Цель работы: определить коэффициент быстроходности центробежного вентилятора и построить его индивидуальную характеристику.

Общие сведения: аппараты, предназначенные для создания давления до $0,015 \text{ Мн/м}^2$ и перемещения воздуха или газа, называются вентиляторами.

Вентиляторы используют в системах вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, подачи воздуха, в топку котлов и тд.

В судовых системах наибольшее распространение получили центробежные вентиляторы. На рис.1 представлена схема рабочего колеса центробежного вентилятора. Рабочее колесо состоит из заднего диска 3 и переднего кольца 1, к которым крепятся лопапки 2 и ступица 4.

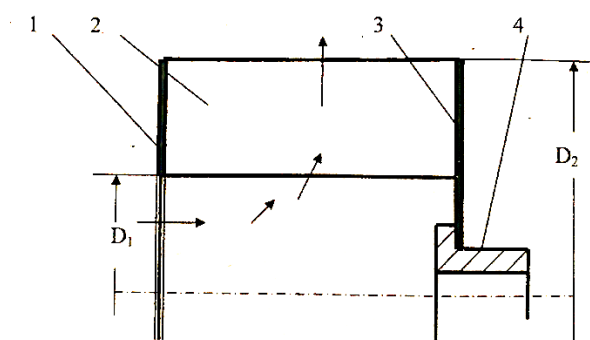


Рис.1. Схема рабочего колеса центробежного вентилятора:
1-переднее кольцо, 2-лопатки, 3-задний диск, 4-ступица.

Число лопаток зависит от типа вентилятора и колеблется от 6 до 64. Толщина лопаток от 2 до 8 мм. Изготавливаются из листовой стали.

Рабочее колесо помещается в спиральный кожух (не показан на рис. 1). При вращении рабочего колеса воздух под действием центробежных сил отбрасывается к периферии, в результате чего понижается давление у входа в колесо и воздух подсасывается. Поток воздуха с рабочего колеса поступает в спиральный кожух, где частично кинетическая энергия преобразуется в потенциальную энергию давления.

Порядок выполнения работы: по образцу центробежного вентилятора определяются следующие величины:

D_2 – наружный диаметр колеса, м;

z – число и тип лопаток;

D_1 – внутренний диаметр колеса, м;

l – ширина колеса, м.

Обработка результатов данных: По безразмерной характеристики рис.2, для заданного преподавателем значения коэффициента подачи Q^- определяются

коэффициент полного напора \bar{H} , статического напора $\bar{H}_{ст}$, коэффициент мощности \bar{N} и коэффициент полезного действия η .

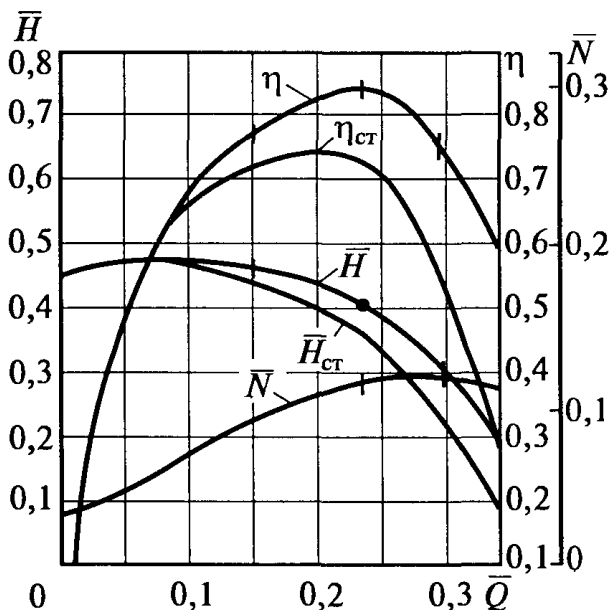


Рис.2. Безразмерная характеристика вентилятора

Далее вычисляются следующие величины:

- 1) Частота вращения колеса вентилятора n из формулы:

$$U_2 = \pi \cdot D_2 \cdot n / 60 \leq 42 \text{ м/с}$$

где $U_2 = 42 \text{ м/с}$ – предельное значение окружной скорости для данного типа вентилятора

- 2) Полный напор

$$H = \bar{H} \cdot U_2^2 \rho / 100 \cdot g, \text{ кПа}$$

где $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ - плотность воздуха принимается,
 $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ускорение свободного падения.

- 3) Площадь колеса вентилятора

$$F_2 = \pi \cdot D_2^2 / 4, \text{ м}^2$$

- 4) Подача вентилятора

$$Q = \bar{Q} / F_2 \cdot U_2, \text{ м}^3/\text{с}$$

- 5) Коэффициент быстроходности

$$n_s = 5,5 \cdot n \cdot Q^{0,5} / H^{0,75}$$

где H – полный напор, Па

Q – подача, $\text{м}^3/\text{с}$

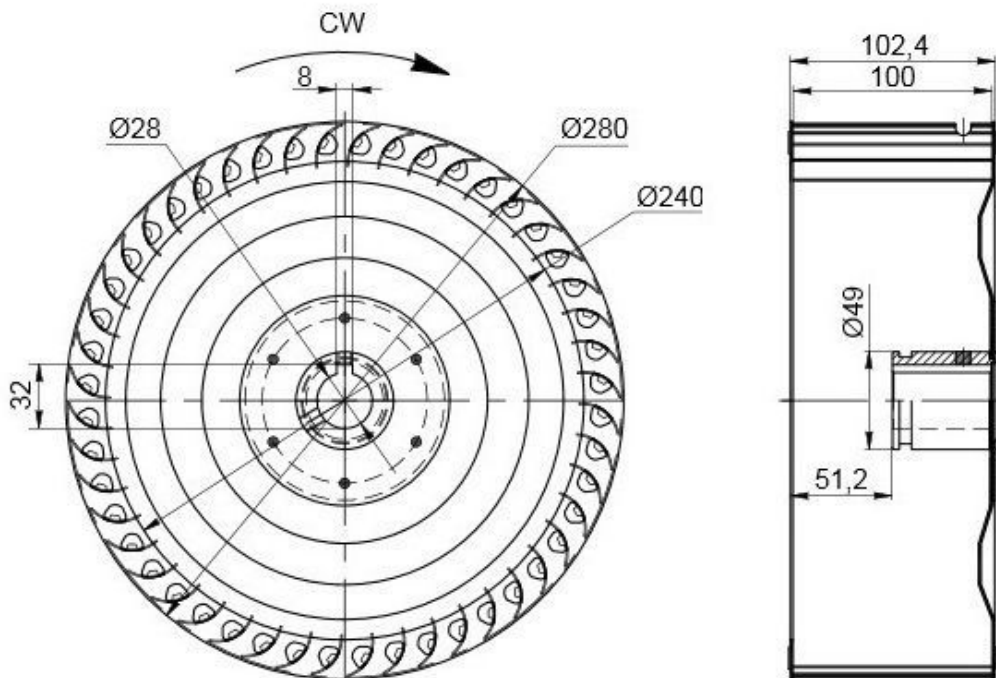
Коэффициент быстроходности для вентиляторов центробежного типа лежит в пределах $10 < n_s < 80$.

Далее строится индивидуальная характеристики. Для этого используются следующие формулы.

- 6) Часовая подача

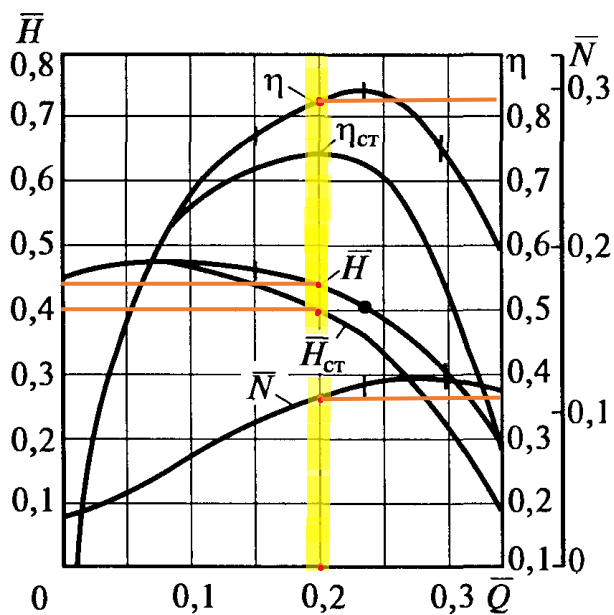
$$Q_i = 3600 \cdot \bar{Q} \cdot F_2 \cdot U_2, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Задание: По образцу колеса центробежного колеса определяются следующие величины:



$D_2 = 0,280, \text{ м};$
 $Z = 48 \text{ шт};$
 $D_1 = 0,240, \text{ м};$
 $l = 0,102, \text{ м}.$

для заданного преподавателем значения коэффициента подачи $Q^- = 0,2$ определяем:



$$H^- = 0,44$$

$$H_{ст}^- = 0,4$$

$$N^- = 0,11$$

$$\eta = 0,83$$

1) Находим частоту вращения из формулы $U_2 = \pi \cdot D_2 \cdot n / 60 \leq 42$ м/с, где $U_2 = 42$ м/с,

$$\text{Получаем } n = (U_2 \cdot 60) / (\pi \cdot D_2) = 42 \cdot 60 / 3,14 \cdot 0,28 = 2520 / 0,87 = 2896, \text{ (мин}^{-1}\text{)}$$

$$2) \text{ Находим полный напор } H = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = 0,44 \cdot 42^2 \cdot 1,2 / 100 \cdot 9,8 = 931,4 / 980 = 0,95, \text{ (кПа)}$$

3) Находим площадь колеса вентилятора

$$F_2 = (\pi \cdot D_2^2) / 4 = 3,14 \cdot 0,28^2 / 4 = 0,246 / 4 = 0,062, \text{ (м}^2\text{)}$$

4) Находим подачу вентилятора

$$Q = Q^- / (F_2 \cdot U_2) = 0,2 / 0,062 \cdot 42 = 0,077, \text{ (м}^3\text{/с)}$$

5) Находим коэффициент быстроходности

$$n_s = 5,5 \cdot n \cdot (Q^{0,5} / H^{0,75}) = 5,5 \cdot 2896 \cdot (0,77^{0,5} / 0,95^{0,75} \cdot 10^3) = 15928 \cdot (0,877 / 0,96 \cdot 10^3) = 14,55$$

По полученному значению коэффициент быстроходности для вентиляторов центробежного типа лежит в пределах $10 < n_s < 80$, значит можно рассчитать индивидуальные характеристики вентилятора

6) Находим часовую подачу по значению коэффициента $Q^- = 0,05$

$$Q_i = 3600 \cdot Q^- \cdot F_2 \cdot U_2 = 3600 \cdot 0,05 \cdot 0,062 \cdot 42 = 468,72, \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Находим часовую подачу по значению коэффициента $Q^- = 0,1$

$$Q_i = 3600 \cdot Q^- \cdot F_2 \cdot U_2 = 3600 \cdot 0,1 \cdot 0,062 \cdot 42 = 937,44, \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Находим часовую подачу по значению коэффициента $Q^- = 0,15$

$$Q_i = 3600 \cdot Q^- \cdot F_2 \cdot U_2 = 3600 \cdot 0,15 \cdot 0,062 \cdot 42 = 1406,16, \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Находим часовую подачу по значению коэффициента $Q^- = 0,2$

$$Q_i = 3600 \cdot Q^- \cdot F_2 \cdot U_2 = 3600 \cdot 0,2 \cdot 0,062 \cdot 42 = 1874,88, \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Находим часовую подачу по значению коэффициента $Q^- = 0,25$

$$Q_i = 3600 \cdot Q^- \cdot F_2 \cdot U_2 = 3600 \cdot 0,25 \cdot 0,062 \cdot 42 = 2343,6, \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Находим часовую подачу по значению коэффициента $Q^- = 0,3$

$$Q_i = 3600 \cdot Q^- \cdot F_2 \cdot U_2 = 3600 \cdot 0,3 \cdot 0,062 \cdot 42 = 2812,32, \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

7) Находим полный напор по значению коэффициента $Q^- = 0,05$ получаем

$$H_i = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = (0,49 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 1,06, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,1$ получаем

$$H_i = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = (0,48 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 1,03, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,15$ получаем

$$H_i = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = (0,46 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,99, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,2$ получаем

$$H_i = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = (0,44 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,95, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,25$ получаем

$$H_i = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = (0,39 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,84, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,3$ получаем

$$H_i = (H^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g) = (0,29 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,62, \text{ (кПа)}$$

8) Находим статический напор по значению коэффициента $Q^- = 0,05$ получаем

$$H_{ст i} = (H_{ст}^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g), \text{ кПа} = (0,49 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 1,06, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,1$ получаем

$$H_{ст i} = (H_{ст}^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g), \text{ кПа} = (0,48 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 1,03, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,15$ получаем

$$H_{ст i} = (H_{ст}^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g), \text{ кПа} = (0,44 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,95, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,2$ получаем

$$H_{ст i} = (H_{ст}^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g), \text{ кПа} = (0,4 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,86, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,25$ получаем

$$H_{ст i} = (H_{ст}^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g), \text{ кПа} = (0,35 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,76, \text{ (кПа)}$$

По значению коэффициента $Q^- = 0,3$ получаем

$$H_{ст i} = (H_{ст}^- \cdot U_2^2 \cdot p) / (100 \cdot g), \text{ кПа} = (0,2 \cdot 42^2 \cdot 1,2) / (100 \cdot 9,8) = 0,43, \text{ (кПа)}$$

9) Находим мощность по значению коэффициента $Q^- = 0,05$

$$N_i = (F_2 \cdot U_2^3 \cdot p \cdot N^-) / (1,02 \cdot g) = (0,062 \cdot 42^3 \cdot 1,2 \cdot 0,04) / (1,02 \cdot 9,8) = 22,05, \text{ (кВт)}$$

Находим мощность по значению коэффициента $Q^- = 0,1$

$$N_i = (F_2 \cdot U_2^3 \cdot p \cdot N^-) / (1,02 \cdot g) = (0,062 \cdot 42^3 \cdot 1,2 \cdot 0,06) / (1,02 \cdot 9,8) = 33,08, \text{ (кВт)}$$

Находим мощность по значению коэффициента $Q^- = 0,15$

$$N_i = (F_2 \cdot U_2^3 \cdot p \cdot N^-) / (1,02 \cdot g) = (0,062 \cdot 42^3 \cdot 1,2 \cdot 0,09) / (1,02 \cdot 9,8) = 49,63, \text{ (кВт)}$$

Находим мощность по значению коэффициента $Q^- = 0,2$

$$N_i = (F_2 \cdot U_2^3 \cdot p \cdot N^-) / (1,02 \cdot g) = (0,062 \cdot 42^3 \cdot 1,2 \cdot 0,12) / (1,02 \cdot 9,8) = 66,17, \text{ (кВт)}$$

Находим мощность по значению коэффициента $Q^- = 0,25$

$$N_i = (F_2 \cdot U_2^3 \cdot p \cdot N^-) / (1,02 \cdot g) = (0,062 \cdot 42^3 \cdot 1,2 \cdot 0,14) / (1,02 \cdot 9,8) = 77,20, \text{ (кВт)}$$

Находим мощность по значению коэффициента $Q^- = 0,3$

$$N_i = (F_2 \cdot U_2^3 \cdot p \cdot N^-) / (1,02 \cdot g) = (0,062 \cdot 42^3 \cdot 1,2 \cdot 0,13) / (1,02 \cdot 9,8) = 71,70, \text{ (кВт)}$$

10) Находим КПД по значению коэффициента $Q^- = 0,05$ по полному напору

$$\eta = (Q_i \cdot H_i) / (N_i \cdot 1,02) = (468,72 \cdot 1,06) / (22,05 \cdot 1,02) = 0,22$$

Находим КПД по значению коэффициента $Q^- = 0,1$ по полному напору

$$\eta = (Q_i \cdot H_i) / (N_i \cdot 1,02) = (937,44 \cdot 1,03) / (33,08 \cdot 1,02) = 0,28$$

Находим КПД по значению коэффициента $Q^- = 0,15$ по полному напору

$$\eta = (Q_i \cdot H_i) / (N_i \cdot 1,02) = (1406,16 \cdot 0,99) / (49,63 \cdot 1,02) = 0,27$$

Находим КПД по значению коэффициента $Q^- = 0,2$ по полному напору

$$\eta = (Q_i \cdot H_i) / (N_i \cdot 1,02) = (1874,88 \cdot 0,95) / (66,17 \cdot 1,02) = 0,26$$

Находим КПД по значению коэффициента $Q^- = 0,25$ по полному напору

$$\eta = (Q_i \cdot H_i) / (N_i \cdot 1,02) = (2343,46 \cdot 0,84) / (77,20 \cdot 1,02) = 0,24$$

Находим КПД по значению коэффициента $Q^- = 0,3$ по полному напору
 $\eta = (Q_i \cdot H_i) / (N_i \cdot 1,02) = (2812,32 \cdot 0,62) / (71,70 \cdot 1,02) = 0,23$

11) По данным таблицы 1 строится индивидуальная характеристика вентилятора в координатах $(H, H_{ст}, \eta, N) = f(Q)$.

Таблица 1

Сводная таблица расчетов

№	Q^-	H^-	$H_{ст}^-$	N^-	Q м ³ /ч	H кПа	$H_{ст}$ кПа	N , кВт	η
1	0,05	0,49	0,49	0,05	468,72	1,06	1,06	22,05	0,22
2	0,1	0,48	0,48	0,06	937,44	1,03	1,03	33,08	0,28
3	0,15	0,46	0,44	0,10	1406,16	0,99	0,95	49,63	0,27
4	0,2	0,44	0,4	0,12	1874,88	0,95	0,86	66,17	0,26
5	0,25	0,39	0,35	0,14	2343,46	0,84	0,76	77,20	0,24
6	0,3	0,29	0,2	0,13	2812,32	0,62	0,43	71,70	0,23

