

2.6 Расчет основных параметров вентилятора очистки комбайна

цель работы. Изучить методику расчета основных параметров вентилятора.

оборудование. Графическая часть выполняется на миллиметровой бумаге формата А4 в масштабе 1:10.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

При расчете вентилятора необходимо определить:

- количество воздуха, подаваемого на очистку комбайна;
- статический динамический и полный напоры воздушного потока;
- расход мощности на привод и на полную работу вентилятора;
- по данным расчета вычертить корпус вентилятора.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ворох, поступающий на очистку содержит обмолоченное зерно, не обмолоченные колосья, полосу, сбойну, семена сорняков и другие примеси.

Назначение вентилятора - потоком воздуха выделить легковесные примеси из вороха.

В зерноуборочных комбайнах применяются вентиляторы низкого давления с прямолинейными лопатками, отогнутыми назад, т.е. в сторону обратную направлению вращения. Лопастное колесо такого вентилятора имеет 5-6 лопаток и при вращении с регулируемой частотой 500-1100 об/мин, создает направленный под решетку воздушный поток, скорость которого не должна быть больше критической скорости зерна-основного компонента вороха.

В процессе выполнения работы необходимо определить основные геометрические размеры, число оборотов лопастного колеса, мощность на работу вентилятора, а также вычертить боковину корпуса.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- Определить расход воздуха на работу очистки

$$V_{\text{возд}} = \lambda \varepsilon q_{\text{гр}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{возд}}$ – расход воздуха, м³/с;

λ – количество воздуха, которые должно подаваться на каждый килограмм средней подачи вороха на грохот; принимается 1,6 - 2,2 м³/с кг;

ε – коэффициент, показывающий какое количество легковесных примесей необходимо удалить воздушным потоком из вороха; принимается равным 0,20 - 0,25;

$q_{\text{гр}}$ – подача вороха на грохот, кг/с (берется из предыдущей работы).

- Рабочая скорость воздушного потока в выходном канале вентилятора

$$C_{\text{вых}} = (1,25 - 1,5) C_{\text{кр.сб.}} < C_{\text{кр.з}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{кр.сб.}}$ – критическая скорость сбоины в среднем равная 5-6 м/с;

$C_{\text{кр.з.}}$ – критическая скорость зерна; выбирается из таблицы 1.

Скорость $C_{\text{вых}}$ не должна превышать критическую скорости зерна.

Таблица 1 Критические скорости зерен

Кукуруза	$C_{кр.з}, \text{ м/с}$
Пшеница	8,9 – 11,5
Рожь	8,4 – 10,0
Овес	8,0 – 9,0
Ячмень	8,4 – 10,8
Солома(длиной до 100 мм)	5,0 – 6,0
Полова	2,0 – 2,5
Мякина	1,0 – 3,5

- Динамический напор в выходном канале вентилятора будет равен

$$h_d = \frac{\rho C_{вых}^2}{2}, \quad (3)$$

где ρ – плотность воздуха принимаемая равной $1,2 \text{ кг/м}^3$ при 20°C ;

g – ускорение свободного падения.

- Статический напор воздуха в выходном канале вентилятора

$$h_{cm} = (2 - 5)h_d \quad (4)$$

- Полный напор, создаваемый вентилятором

$$H = h_{cm} + h_d \quad (5)$$

- Теоретический напор определяется по формуле

$$H_t = \frac{H}{\eta}, \quad (6)$$

где η – манометрический К.П.Д. вентилятора, 0,7.

- Определить размеры выходного канала прямоугольного сечения

$$F = ab = \frac{V_{возд}}{C_{вых}}, \quad (7)$$

где a и b – высота и ширина выходного канала.

Ширина b принимается равной ширине грохота $b = B_{гр}$

.

Высота a канала определяется по формуле

$$\alpha = \frac{V_{возд}}{C_{вых} B_{гр}}. \quad (8)$$

- Диаметр входного отверстия из условия равенства прихода и расхода воздуха

$$D_{вх} = 2,57 \sqrt[3]{\frac{\delta V_{возд}}{\mu_0 (1 - \varphi_0) n}}, \quad (9)$$

где δ – коэффициент использования входного отверстия, 0,6 - 0,8;

μ_0 – коэффициент поджатия воздушного потока, 0,8 - 0,9;

n – частота вращения вала вентилятора, 450 - 1000 мин⁻¹;

Φ_0 – коэффициент предварительного закручивания воздушного потока, 0,42 - 0,4.6.

- Диаметр наружный лопастного колеса

$$D_2 = \frac{2}{n} \sqrt{\frac{H_T g}{\psi}}, \quad (10)$$

где ψ – коэффициент, зависящий от размеров и формы лопаток.

$$\psi = \frac{\pi^2}{900} \left[\frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha_2 \operatorname{tg} \gamma_2} - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \gamma_1} \right], \quad (11)$$

где α_1 и α_2 – углы между касательной к лопасти колеса и радиусом его на входе и выходе с лопатки; обычно $\alpha_1 = 12^\circ$; $\alpha_2 = 6^\circ$;

γ_1 и γ_2 – углы между перпендикуляром к радиусу и направлением скорости воздуха на внутреннем и внешнем концах лопатки; значения эти принимают равными $\gamma_1 = 20^\circ - 30^\circ$; $\gamma_2 = 2^\circ - 3^\circ$

(см. рисунок 1);

D_1 – внутренний диаметр лопастного колеса, м;

D_2 – наружный диаметр лопастного колеса, м.

Их отношение обычно принимают $\frac{D_1}{D_2} = 0,5$.

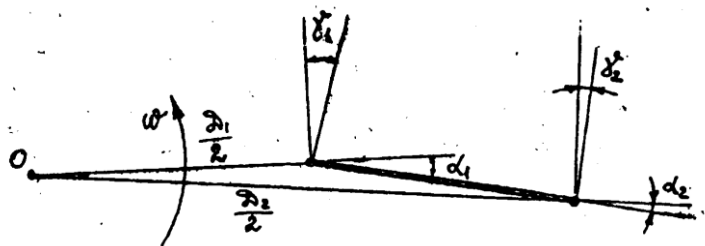


Рисунок 1 Схема расположения лопаток на лопастном колесе

- Мощность, необходимая для работы вентилятора определяется по формуле

$$N = \frac{V_{\text{возд}} H_T}{\eta_{\text{мех}}}, \quad (12)$$

где $\eta_{\text{мех}}$ – к.п.д. механической передачи, принимается равной 0,95 0,98.

Вычертить корпус вентилятора по полученным данным (рисунок 2).

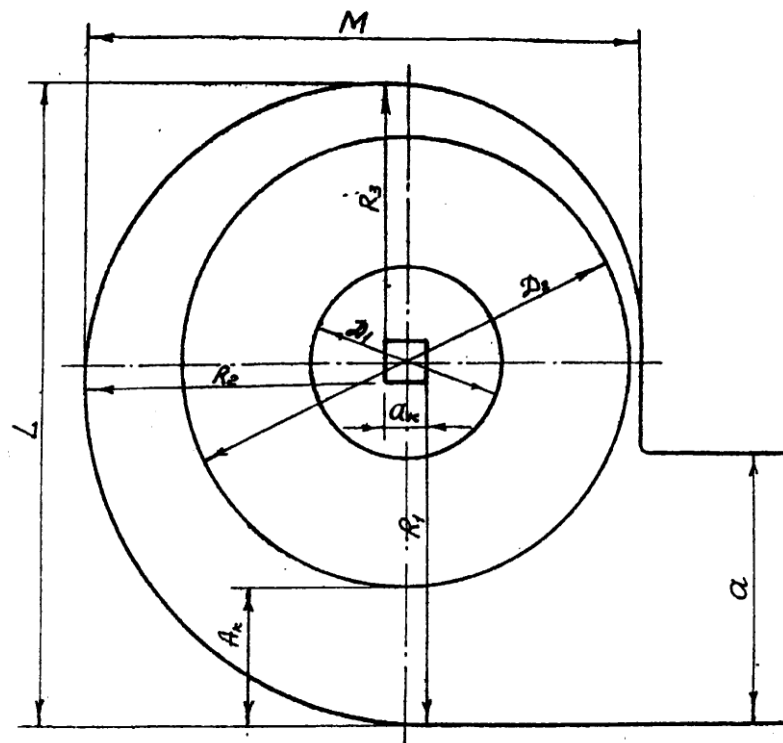


Рисунок 2 Корпус вентилятора

Таблица 2 Размеры спиральных кожухов вентиляторов

Размеры, % от D ₂						
A _k	a _k	R ₁	R ₂	R ₃	L	M
20	5,0	67,50	62,50	57,50	130	120
30	7,5	76,25	68,75	61,25	145	130
40	10,0	85,00	75,00	65,00	160	140
50	12,5	93,75	81,25	68,75	175	150

Относительно лопастного колеса корпус вентилятора располагается по логарифмической или архимедовой спирали, обеспечивающей малые потери напора и ламинарный поток воздуха. Спиральный корпус вычерчивается радиусами окружностей, центры которых находятся внутри так называемого конструктивного квадрата, сторона которого принимается равной $a_k = 0,05D_2$ или $a_k \cong 0,2a$.

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Принимаем – основная культура пшеница, $C_{кр.з} = 11,5$ м/с.

1. Определяем расход воздуха на работу очистки

$$V_{возд} = \lambda \varepsilon q_d,$$

где $\lambda = 2 \text{ м}^3/\text{с кг}$;

$$\varepsilon = 0,2;$$

$$q_{зр} = 3;$$

$$V_{воз} = 2 \cdot 0,2 \cdot 3 = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Скорость воздуха в выходном канале вентилятора

$$C_{вых} = (1,25 - 1,5) C_{кр.сб.} < C_{кр.з},$$

$$C_{вых} = 1,3 \cdot 2 = 2,6 \text{ м/с} < 11,5 \text{ м/с}$$

3. Динамический напор в выходном канале

$$hb = \frac{\rho C_{вых}^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 2,6^2}{2} = 4,1 \text{ Па}$$

где $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$

4. Статический напор воздуха в выходном канале

$$h_{см} = (2 - 5) h_d = 3 \cdot 4,1 = 12,3 \text{ Па}$$

5. Полный напор вентилятора

$$H = h_{см} + h_d = 12,3 + 4,1 = 16,4 \text{ Па}$$

6. Теоретический напор равен

$$H_m = \frac{H}{\eta} = \frac{16,4}{0,7} = 23,4 \text{ Па}$$

7. Определение размеров выходного канала прямоугольного сечения.

Находим высоту a клапана по формуле

$$\alpha = \frac{V_{\text{воз}}}{C_{\text{вых}} \cdot B_{\text{гр}}} = \frac{1,2}{2,6 \cdot 1,8} = 0,25 \text{ м}$$

8. Находи диаметр входного отверстия

$$D_{\text{ex}} = 2,56 \sqrt[3]{\frac{\delta \cdot V_{\text{возд}}}{\mu(1 - \varphi_0)n}} = 2,57 \sqrt[3]{\frac{0,7 \cdot 1,2}{0,8(1 - 0,45)450}} = 0,164 \text{ м}$$

принимаем $\delta = 0,7$; $\mu_0 = 0,8$; $h = 450 \text{ мин}^{-1}$; $\varphi_0 = 0,45$.

На основании расчетов и таблицы 2 чертим корпус вентилятора

9. Определим диаметр наружного лопастного колеса. Сначала найдем коэффициент ψ , зависящий от размеров и формы лопаток.

$$\psi = \frac{\pi^2}{900} \left[\frac{1}{1 + \text{tg } \alpha_2 \text{tg } \gamma_2} - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \frac{1}{1 + \text{tg } \alpha_1 \text{tg } \gamma_1} \right]$$

принимаем $\alpha_1 = 12^\circ$; $\alpha_2 = 6^\circ$; $\gamma_1 = 25^\circ$; $\gamma_2 = 2^\circ$.

$$\text{tg } \alpha_2 = \text{tg } 6^\circ = 0,1$$

$$\text{tg } \gamma_2 = \text{tg } 2^\circ = 0,03$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \text{tg } 12^\circ = 0,21$$

$$\text{tg } \gamma_1 = \text{tg } 25^\circ = 0,46$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 0,5$$

$$\psi = \frac{\pi^2}{900} \left[\frac{1}{1 + 0,1 \cdot 0,03} - (0,5)^2 \frac{1}{1 + 0,21 \cdot 0,46} \right] = 0,01$$

тогда диаметр наружного лопастного колеса равен

$$D_2 = \frac{2}{n} \sqrt{\frac{H_T \cdot q}{\psi}} = \frac{2}{450} \sqrt{\frac{23,4 \cdot q}{0,01}} = 0,679 \text{ м}$$

внутренний диаметр колеса

$$D_1 = 0,5 D_2 = 0,5 \cdot 0,679 = 0,334$$

10. Определим необходимую мощность

$$N = \frac{V_{\text{возд}} H_T}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{1,2 \cdot 23,9}{0,95} = 29,5 \text{ Вт}$$

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в соответствии с принятым порядком расчета. В заключении делаются выводы о выполненных расчетах.