

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ
Дата подписания: 03.12.2021 11:06:58
Уникальный идентификатор доку-
мента: 5b8335c1f3d6e7bd91a51b28834cdf2b81866538

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ-
РАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им.Н.И.Вавилова**

Г.Е.Шардина, А.А.Протасов

Сельскохозяйственные машины

Методические указания по выполнению курсовой работы для обучающихся
направления подготовки «Агроинженерия»

САРАТОВ 2020

I. ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ, ОФОРМЛЕНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа охватывает большой раздел расчетного курса сельскохозяйственных машин и включает в себя технологический расчет основных рабочих органов зерноуборочного комбайна. Выполнение курсовой работы способствует закреплению и углублению знаний, полученных из лекционного курса и на лабораторно-практических занятиях.

Курсовая работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки на писчей бумаге формата А4. Схема «Вентилятор-решето» выполняется на чертёжной бумаге формата А3 и подшивается вместе с запиской. Титульный лист оформляется по образцу, приведенному в Прил. 1 методических указаний. Варианты заданий выбираются из Прил. 2.

Исходные данные выдаются индивидуально по вариантам и должны быть приведены в расчетно-пояснительной записке по указанной форме (Табл.1).

II. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Размерность	Обозначение	Значение
1	2	3	4	5
1	Ширина захвата жатки комбайна	м	$B_{ж}$	
2	Урожайность зерна	ц/га	Q_z	
3	Урожайность соломы	ц/га	Q_c	
4	Скорость движения комбайна	км/ч	v_m	
5	Объемная масса соломы	кг/м ³	γ_c	
6	Угол наклона соломотряса	градус	α	
7	Радиус кривошипа коленчатого вала соломотряса	мм	r	
8	Показатель кинематического режима	–	k	
9	Подача воздуха	м ³ /кг	λ	
10	Сопrotивление решета воздушному потоку	кг/м ²	h_s	
11	Число лопастей вентилятора	–	z	

1. Расчет молотильного аппарата

Подача хлебной массы в молотилку определяется по выражению:

$$q = \frac{B_{\text{жс}} \nu_m (Q_3 + \varepsilon Q_c)}{360}, \text{ кг/с}, \quad (1)$$

где ε – отношение количества соломы, поступающей в молотилку с единицы площади ко всему количеству соломы на этой площади, $\varepsilon=0,8\dots0,9$.

Определение основных параметров бильного барабана. Суммарная длина бичей L будет:

$$L = \frac{60q}{\mu_0}, \text{ дм}, \quad (2)$$

где q – подача хлебной массы в молотилку, кг/с; μ_0 – допустимая подача хлебной массы на 1 дм длины бича, кг/мин.

Величина коэффициента μ_0 находится в пределах $1,5\dots2,2$ и зависит от соломистости убираемой культуры. При урожае соломы $Q_c=15\dots20$ ц/га величина $\mu_0=2,2$; при $Q_c=21\dots25$ ц/га – $\mu_0=2,0$; при $Q_c>25$ ц/га – $\mu_0=1,5$.

Длина молотильного барабана L_δ определяется из выражения:

$$L_\delta = \frac{L}{M}, \text{ дм}, \quad (3)$$

где M – число бичей.

Число бичей на барабане следует выбирать следующим образом: если суммарная длина бичей L не превышает 100 дм, число бичей $M=6$. При L от 100 до 150 дм – $M=8$; при L более 150 дм – $M=10$.

Диаметр барабана рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{\nu_\delta \Delta t M}{\pi}, \text{ м}, \quad (4)$$

где ν_δ – расчетная линейная скорость бичей, м/с (для обмолота риса и пшеницы $\nu_\delta=28\dots32$ м/с); Δt – промежуток времени между ударами соседних бичей ($\Delta t=0,008$ с).

Частота вращения молотильного барабана определяется по формуле:

$$n = \frac{60\nu_\delta}{\pi D}, \text{ мин}^{-1}. \quad (5)$$

Мощность, необходимая для привода барабана рассчитывается по формуле:

$$N = N_1 + N_2, \text{ кВт}, \quad (6)$$

где N_1 – мощность холостого хода барабана; N_2 – мощность, потребная на обмолот.

$$N_1 = \frac{A\omega + B\omega^3}{102}, \text{ кВт}, \quad (7)$$

где ω – угловая скорость барабана, с^{-1} ; A и B – экспериментально определяемые коэффициенты $A=0,03$ кг·м; $B=68 \cdot 10^{-6}$ кг·м· с^2 .

$$N_2 = \frac{qv_0^2}{102(1-f)g}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

где f – коэффициент, характеризующий сопротивление деки, $f=0,7 \dots 0,8$.

Определив основные параметры молотильного барабана, необходимо определить критическую угловую скорость:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{102N(1-f)}{m'r_0^2}}, \text{ с}^{-1}, \quad (9)$$

где m' – секундная подача массы в молотилку, $m' = q/g$;

r_0 – радиус молотильного барабана, м.

Для обеспечения надежной работы молотильного аппарата действительная угловая скорость ω должна быть меньше критической.

2. Определение основных параметров соломотряса

В комбайнах с барабанным молотильным аппаратом ширина соломотряса B_c принимается равной:

$$B_c = (1,0 \dots 1,1)L_0, \text{ м}. \quad (10)$$

Толщина слоя соломы H_c на соломотрясе определяется из следующей зависимости:

$$H_c = \frac{(1-\beta)q}{B_c \gamma_c v_{cp}}, \text{ м}, \quad (11)$$

где β – коэффициент, характеризующий содержание зерна в хлебной массе, поступающей в молотилку:

$$\beta = \frac{Q_z}{Q_z + Q_c}, \quad (12)$$

где γ_c – плотность соломы, находящейся на соломотрясе, кг/м^3 ;

v_{cp} – средняя скорость движения соломы по соломотрясу, м/с .

Значение v_{cp} определяют из выражения:

$$v_{cp} = v_{cp}' \sqrt{\frac{r}{r'}}, \text{ м/с}, \quad (13)$$

где r – радиус кривошипа коленчатого вала.

Значение скорости v_{cp}' при радиусе кривошипа $r'=0,05\text{м}$ и известных величинах α – угла наклона соломотряса и k – показателя кинематического режима, определяют по табл. 2.

Таблица 2

Средняя скорость движения вороха по соломотрясу (v_{cp}'), м/с

Показатель k	Углы α , градус				
	5	6	7	8	9

2,0	0,250	0,235	0,220	0,205	0,190
2,2	0,265	0,250	0,235	0,220	0,205

Определив толщину слоя соломы, находящейся на соломотрясе, находят число встряхиваний ν слоя, необходимое и достаточное для выделения зерна из соломы:

$$\nu = \nu_0 \sqrt{\frac{H_c}{H_0}}, \quad (14)$$

где $\nu_0=40$ – число встряхиваний, достаточное для выделения зерна из слоя соломы при $H_0=0,15$ м.

Частота вращения коленчатого вала соломотряса определяется из выражения:

$$n_c = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{kg}{r}}, \text{ мин}^{-1}. \quad (15)$$

Зная число встряхиваний, необходимое для выделения зерна из соломы, и скорость перемещения слоя соломы по соломотрясу, можно определить его длину:

$$L_c = \frac{60\nu}{n_c} \nu_{cp}, \text{ м}. \quad (16)$$

3.Определение основных параметров грохота и очистки

Используя значение подачи q хлебной массы в молотилку и коэффициент β , характеризующий содержание зерна в хлебной массе, определяют подачу вороха q_6 на грохот:

$$q_6 = \frac{\beta}{\beta_6} q, \text{ кг/с}, \quad (17)$$

где β_6 – коэффициент, характеризующий содержание примесей в ворохе, поступающем на грохот.

Значение коэффициента β_6 принимается равным: при урожайности зерна $Q_3=15\dots 20$ ц/га – $\beta_6=0,7$; при $Q_3=21\dots 25$ ц/га – $\beta_6=0,8$; $Q_3=26\dots 35$ ц/га – $\beta_6=0,9$.

Площадь F_p решета грохота определяется по допустимой секундной загрузке одного квадратного метра решета q_{os} , кгс/м²:

$$F_p = B_p L_p = \frac{q_6}{q_{os}}, \text{ м}^2, \quad (18)$$

где B_p –ширина решета, м; L_p –длина решета, м; $q_{os}=0,8\dots 1,4$ кг/см² – для жалюзийных решет.

Ширина решета B_p принимается равной ширине соломотряса без удвоенной толщины стенок решетного стана:

$$B_p = B_c - 2\delta, \text{ м}, \quad (19)$$

где $\delta=0,025\dots 0,035$ м–толщина стенки решетного стана.

Длина решета определяется из соотношения:

$$L_p = \frac{F_p}{B_p}, \text{ м.} \quad (20)$$

3. Определение основных параметров вентилятора

Расход воздуха определяется:

$$V = q_e \lambda, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (21)$$

где q_e – подача вороха на решето грохота, кг/с; λ – подача воздуха вентилятором на единицу подачи вороха, м³/кг.

Динамическое давление в выходном канале вентилятора h_d определяется по формуле:

$$h_d = \frac{\gamma v_e^2}{2g}, \text{ кг/м}^2, \quad (22)$$

где $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха; $v_e = 8 \dots 10 \text{ м/с}$ – скорость воздуха в выходном канале вентилятора.

Полное давление h , которое должен создавать вентилятор, равно:

$$h = h_d + h_s, \text{ кг/м}^2, \quad (23)$$

где h_s – сопротивление продуваемых решет, зависящее от их размеров, конструкции и типа, кг/м².

По расходу воздуха и скорости его входа во всасывающие отверстия, определяем диаметр d_s входных отверстий кожуха:

$$d_s = \sqrt{\frac{2V}{\pi v_e'}}, \text{ м}, \quad (24)$$

где $v_e = v_e'$ – скорость входа воздуха во всасывающие отверстия вентилятора, м/с.

Наружный d_2 и внутренний d_1 диаметры лопастного колеса определяются из экспериментально обоснованных соотношений:

$$d_2 = 1,5d_s, \text{ м} \quad (25)$$

$$d_1 = (0,5 \dots 0,65)d_2, \text{ м}. \quad (26)$$

Площадь внутренней поверхности F цилиндра диаметром d_1 и высотой b равна:

$$F = \pi d_1 b, \text{ м}^2, \quad (27)$$

где b – длина лопасти, принимаемая равной ширине решета B_p . Эта поверхность разбивается лопатками на прямоугольные каналы размером $b \times a_1$. Ширина каналов a_1 определяется по формуле:

$$a_1 = \frac{\pi d_1}{z}, \text{ м}, \quad (28)$$

где z – число лопастей вентилятора.

Поскольку при входе в межлопастное пространство струя воздуха сжимается, то полностью сечение каналов не используется и действительная площадь входа воздуха будет меньше, что учитывается коэффициентом μ :

$$\mu = \frac{\pi a_1 b}{(a_1 + b)^2}. \quad (29)$$

Кроме того, часть поверхности цилиндра диаметром d_1 , через которую воздух входит на лопатки, перекрыта отбортовками лопаток. Это перекрытие учитывается коэффициентом $\mu_s=0,95\dots0,98$. Скорость движения воздуха при входе на лопатку и при сходе с нее различна, а соотношение между ними зависит от конструктивных особенностей лопатки. Чаще всего в вентиляторах очисток комбайнов применяются плоские, отогнутые назад лопатки с углами установки $\alpha_1=15^\circ$. Скорость входа воздуха на лопатку v_1 определяется из выражения:

$$v_1 = \frac{V}{\pi d_1 b \mu_s \varphi_1}, \text{ м/с} \quad (30)$$

где φ_1 – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности лопаток вентилятора. Коэффициент φ_1 рассчитывается по формуле:

$$\varphi_1 = \frac{\text{tg}\gamma_1}{1 + \text{tg}\gamma_1 \text{tg}\alpha_1}. \quad (31)$$

Значение угла γ_1 является функцией коэффициента p , характеризующего режим работы вентилятора, и определяется по графику (рис.1). Коэффициент p подсчитывается по формуле:

$$p = \sqrt{\frac{h_0}{h}}. \quad (32)$$

Скорость воздуха v_2 при сходе с лопатки вычисляется из пропорции:

$$v_2 = v_1 \frac{d_2}{d_1}, \text{ м/с}. \quad (33)$$

Частота вращения лопастного колеса вентилятора определяется по формуле:

$$n_s = \frac{60v_1}{\pi d_1}, \text{ мин}^{-1}. \quad (34)$$

Мощность, потребляемая вентилятором, рассчитывается по

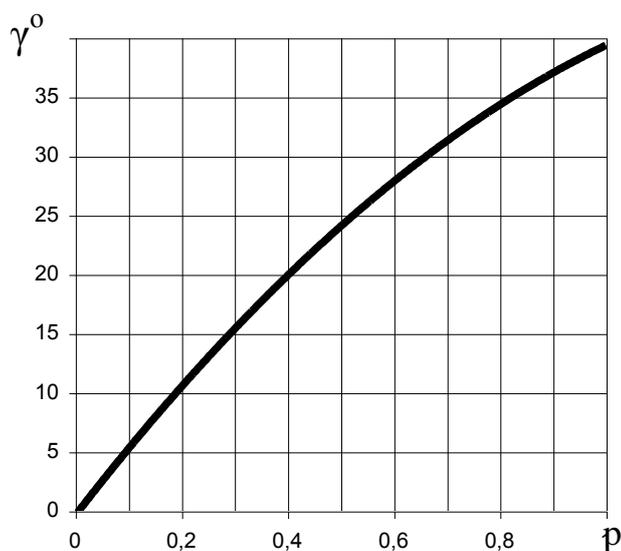


Рис.1 Зависимость угла γ от коэффициента p

следующему выражению:

$$N_g = \frac{h_T V}{102}, \text{ кВт}, \quad (35)$$

где h_T – теоретическое давление, создаваемое вентилятором, которое определяется по формуле:

$$h_T = \frac{h}{\eta}, \text{ кг/м}^2, \quad (36)$$

где η – манометрический КПД вентилятора, принимается равным 0,5...0,7.

5. Построение схемы «Вентилятор - решетка»

Для построения схемы, кроме рассчитанных в предыдущих разделах размеров решетки и вентилятора, необходимо определить высоту выходного канала вентилятора:

$$H = \frac{V}{bv'_g}, \text{ м}. \quad (37)$$

Кожух вентилятора, с целью улучшения равномерности воздушного потока и снижения потерь, очерчивается по спирали так, чтобы пространство между внешними кромками лопастей и кожухом плавно увеличивалось. Построение спирального кожуха (приложение 3) производится при помощи конструкторского квадрата со стороной a :

$$a = \frac{A_k}{4}, \text{ м}, \quad (38)$$

из вершин которого 1,2,3 и 4 радиусами R_1, R_2, R_3 и R_4 , соответственно, очерчивается спираль. Величина A_k вычисляется по формуле:

$$A_k = 0,2d_2. \quad (39)$$

Значения радиусов подсчитываются по следующим формулам:

$$R_1 = \frac{\delta_2}{2} + A_k - \frac{1}{2}a, \text{ м} \quad (40)$$

$$R_2 = \frac{d_2}{2} + A_k - \frac{3}{2}a, \text{ м} \quad (41)$$

$$R_3 = \frac{d_2}{2} + A_k - \frac{5}{2}a, \text{ м} \quad (42)$$

$$R_4 = \frac{d_2}{2} + A_k - \frac{7}{2}a, \text{ м} \quad (43)$$

Оптимальное воздействие воздушного потока обеспечивается при его наклоне к плоскости решетки под углом $\tau = 25...30^\circ$. Кроме того, при построении схемы «Вентилятор-решетка» следует учитывать расширение струи воздушного потока. Угол расширения $\psi = 12...15^\circ$.

Построение схемы осуществляется в масштабе 1:10 на листе чертежной бумаги формата А3 (420×297 мм) (Прил. 3) с

основной надписью формы 2 (40×185 мм). Чертеж подшивается по короткой стороне. На чертеже проставляются расчетные размеры в цифровом выражении.

Отступив от верхней и левой границ чертежа размер $\frac{R_2}{\cos\tau} + (10...15)$, мм, намечают точку центра лопастного колеса вентилятора.

Через эту точку проводятся вертикаль AB и линия CD , отклоненная от вертикали на угол τ . Линия $EF \perp CD$. Вокруг центра лопастного колеса строится конструкторский квадрат со сторонами «а», параллельными осям EF и CD . Из вершин квадрата 1, 2, 3 и 4 соответствующими радиусами очерчивается кожух вентилятора. Длина выходного канала рассчитывается по формуле:

$$l = R_4 + 50, \text{ мм.} \quad (43)$$

Линия поверхности решета MN располагается на расстоянии $l_1=150$ мм ниже верхней точки кожуха вентилятора. Для выравнивания воздушного потока по ширине на лопатках вентилятора имеются скосы с размерами, указанными в Прил. 3.

На схеме (Прил. 3) параметры вентилятора обозначены:

$d_1=480\text{мм};$	$d_s=500\text{мм};$
$d_2=750\text{мм};$	$0,45d_s=225\text{мм};$
$A_k=150\text{мм};$	$0,15d_s=75\text{мм};$
$H=280\text{мм};$	$\tau = 27^\circ;$
$l=440\text{мм};$	$\psi = 15^\circ.$

ЛИТЕРАТУРА

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины. М.: Колос, 2008.
2. Рыбалко А.Г., Емелин Б.Н., Давыдов С.В., Шардина Г.Е. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Саратов, 2011.

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

Кафедра: ТО АПК

**РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА,
КЛАВИШНОГО СОЛОМОТРЯСА,
ГРОХОТА И ОЧИСТКИ**

Работу выполнил:
обучающийся _____
курса _____, _____ группы
направление _____
шифр _____ (для заочной формы обучения)
Работу принял: _____
с оценкой _____

Саратов 20_