

2.5 Расчет пневматического высевающего аппарата

цель работы. Ознакомиться с методикой расчета пневматического высевающего аппарата.

оборудование. Канцелярские принадлежности, счетная машина.

содержание работы. Изучить общие теоретические положения. Рассчитать основные параметры пневматического высевающего аппарата.

ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Достоинство аппарата пневматического типа – простота конструкции, большая универсальность и практическое отсутствие дробления семян, хорошее качество распределения семян при повышенных скоростях, исключение необходимости в тщательном калибровании семян на фракции.

Принцип работы таких аппаратов заключается в следующем. Под действием вакуума семена притягиваются к отверстиям диска, находящегося в зоне разряжения, и уносятся из заборной камеры к месту сброса. Во время перехода из зоны разряжения в зону атмосферного давления семя отделяется от диска и падает на дно борозды. В верхней части заборной камеры установлена вилка, соединенная с рычагом. Перемещением последнего по циферблату регулируют положение вилки в зависимости от вида и размера семян так, чтобы на отверстиях высевного диска оставалось только дно семя.

Как установлено, захват и вынос семян производится из верхнего слоя, толщиной равной двум размерам семян. Поэтому окружающая скорость диска не должна превышать 0,35 м/с, т.к. в противном случае наблюдаются пропуски.

Для удержания семени на отверстии диска требуется определить статическое давление, которое и предопределяет скорость воздуха в отверстии диска, а также его расход.

Конструктивные и режимные параметры высевающего аппарата, определяющие диаметр отверстия высевного диска выбирается таким, чтобы исключить происхождение через его отверстие семян при присасывании, т.е. должно соблюдаться условие

$$d_0 < d_T, \quad (1)$$

где d_0 – диаметр отверстия диска, м;

d_T – среднегеометрический размер зерна, м.

$$d_m = \sqrt[3]{abc}, \quad (2)$$

где a, b, c – соответственно длина, толщина и ширина зерна, м.

- Задавшись количеством отверстий на диске, расстоянием между ними и расстоянием от центра отверстия до периферии диска определяем диаметр высевного диска

$$D = \frac{n_0(d_0 + 2a)}{\pi} + 4a, \quad (3)$$

где D – диаметр диска, м;

d_0 – диаметр отверстия диска, м;

n_0 – число отверстий на диске;

a – длина зерна, м.

Формула (2) выведена из условий, что расстояние между ячейками и от центра ячеек до периферии диска равно двум длинам семян α .

- Частота вращения диска

$$n_q = \frac{30v_c}{n_0 \ell}, \quad (4)$$

где v_c – скорость сеялки, м\с; принимаем 4 – 8 км\ч;
 l – рвал между семенами, м; принимаем 0,1 – 0,3 м.

- Скорость вращения диска

$$V_q = \frac{\pi D n_q}{60}, \quad (5)$$

При расчетах необходимо выполнить проверку условия: окружная скорость диска должна быть меньше 0,35 м\с

$$V_q \leq 0,35 \text{ м/с}, \quad (6)$$

- Частота вращения колеса сеялки

$$n_k = \frac{30 v_c}{\pi D_k}, \quad (7)$$

где n_k – частота вращения колеса сеялки, 1/с;

D_k – диаметр колеса сеялки, м. (обычно $D_k = 0,5$ м).

Тогда передаточное отношение определится

$$i = \frac{n_d}{n_l}, \quad (8)$$

- Статическое давление (разряжение)

Из условия равновесия сил, действующих на семя, находящееся на отверстии и пренебрегая величиной центробежной силы в виду малой ее величины (диск вращается медленно) определим статическое давление, необходимое для удержания семени

$$\Delta P = \frac{4mg}{\mu \pi d_0^2 f}, \quad (9)$$

где ΔP – перепад давления, Па;

m – масса зерна, кг;

μ – коэффициент расхода воздуха, $\mu = 0,7 - 0,8$;

f – коэффициент трения зерна о поверхность диска.

В практике ΔP подбирают так, чтобы присасывающая сила была в десятки раз больше силы тяжести семян.

- Скорость воздуха в отверстии диска

$$V_n = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (10)$$

где V_n – скорость воздуха, м/с;

ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,2$ кг/м³.

- Расход воздуха через один аппарат сеялки

$$Q_1 = f_0 V_n n_0, \quad (11)$$

где Q_1 – расход воздуха, м³/с;

f_0 – площадь отверстия диска, м².

- Мощность на привод вентилятора

$$N = \frac{\Delta P Q_1 n_a}{\eta}, \quad (12)$$

где N – мощность, Вт;

η – к.п.д. вентилятора, $\eta = 0,5 - 0,6$;

n_a – число аппаратов.

Таблица 1 Физико-механические свойства семян

№ п. п	Семена	Размеры, мм			Масса 1000 семян, г	Коэффици- ент трения о сталь f
		Длина, a	Ширина, b	Толщина, c		
1	Сахарная свекла	5,0	4,5	2,0	15,8	0,49
2	Кукуруза	14	5,5	3,2	360	0,36
3	Соя	8	6,5	6,3	16,0	0,32
4	Подсолнечник	12,02	6,25	4,07	74,5	0,35
5	Клещевина	11,48	7,69	5,2	300	0,45

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в соответствии с изложенным порядком выполнения работы.

1) Результаты расчетов сводятся в таблицы 2 и 3.

Таблица 2 Расчетные параметры высевающего аппарата

культура	Параметры диска					Частота вращения колеса, n_k	Передаточное отношение
	Диаметр отверстия, d_o	Диаметр диска, D	Число ячейек, n_0	Частота вращения диска, n_d	Скорость диска, V_d		

Таблица 3 Расчетные параметры пневматической системы

Статистическое давление, ΔP	Скорость воздуха в отверстии диска, V_n	Расход воздуха через аппарат, Q	Мощность на привод вентилятора, N

Вычерчивается фрагмент диска (рисунок 1).

Рисунок 1 Фрагмент диска

ПРИМЕР РАСЧЕТА

1. Определим среднегеометрический размер зерна

$$d_T = \sqrt[3]{abc}$$

Для семян сои (взято из таблицы 1):

Длина – $a = 8$ мм; ширина $b = 6,5$ мм; толщина $c = 6,3$ мм

$$d_T = \sqrt[3]{8 \cdot 6,5 \cdot 6,3} = 6,8 \text{ мм}$$

2. Принимаем из условия (1), диаметр отверстия диска

$$d_0 = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$$

3. Определяем диаметр диска

$$D = \frac{n_0(d_0 + 2d)}{\pi} + 4a$$

Количеством отверстий задается $n_0 = 20$ шт

$$D = \frac{20(0,005 + 2 \cdot 0,008)}{3,14} + 4 \cdot 0,008 = 0,166 \text{ м}$$

4. Определяем частоту вращения диска.

$$n_d = \frac{30V_c}{n_0 \ell}$$

Принимаем скорость сеялки $V_c = 7,2 \text{ км\ч} = 2 \text{ м\с}$.

Интервал между семенами $\ell = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$.

$$n_d = \frac{30 \cdot 2}{20 \cdot 0,2} = 15 \text{ мин}^{-1}$$

5. Находим скорость вращения диска

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{60},$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 0,166 \cdot 15}{60} = 0,26 \text{ м\с}$$

Условие (6) $V_d \leq 0,35 \text{ м\с}$ соблюдается.

6. Определим частоту вращения колеса сеялки.

$$n_k = \frac{30 V_c}{\pi D_k}$$

Диаметр колеса сеялки, принимаем 0,5м

$$n_k = \frac{30 \cdot 0,26}{3,14 \cdot 0,5} = 4,968 = 5 \text{ мин}^{-1}$$

7. Определим передаточное отношение

$$i = \frac{n_d}{n_k}$$

$$i = \frac{15}{5} = 3$$

8. Определим статическое давление (разряжение), необходимое для удержания семени на диске

$$\Delta P = \frac{4mg}{\mu \cdot \pi d_0^2 f}$$

Задаемся значениями.

Масса семени, $m = 0,00016$ кг (таблица 1). Коэффициент расхода воздуха $\mu = 0,8$ (9). Коэффициент трения зерна о поверхность диска (таблица 1) $f = 0,32$.

$$\Delta P = \frac{4 \cdot 0,00016 \cdot 9,8}{0,8 \cdot 3,14 \cdot 0,005^2 \cdot 0,32} = 312 \text{ Па}$$

9. Определим скорость воздуха в отверстиях диска.

$$V_n = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

Плотность воздуха $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$

$$V_n = \sqrt{\frac{2 \cdot 312}{1,2}} = 22,8 \text{ м/с}$$

10. Расход воздуха через один аппарат сеялки

$$Q_l = f_0 V_n \cdot n_0,$$

где f_0 – площадь отверстия, м.

$$f_0 = \frac{3,14 \cdot 0,0005^2}{4} = 0,00002 \text{ м}$$

$$Q_I = 0,00002 \cdot 22,8 \cdot 20 = 0,009 \text{ м}^3/\text{с}$$

11. Мощность на привод вентилятора

$$N = \frac{\Delta P Q_1 n_a}{\eta}$$

Количество аппаратов на сеялке СУПН – 8; $n_a = 8$.

Коэффициент полезного действия вентилятора $\eta = 0,6$

$$N = \frac{312 \cdot 0,009 \cdot 8}{0,6} = 37,44 \text{ Вт}$$