

1.7 Изучение технологического процесса разделения семян по массе

цель работы. Изучить устройство, принцип работы и технологический процесс разделения семян по массе. Получить практические навыки работы на пневматическом сепараторе семян по массе.

оборудование. Пневматический сепаратор семян по массе с делителем фракций, блок питания сепаратора, компрессор, весы и семена.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- Изучить устройство, работу и настройки сепаратора.
- Изучить основные теоретические положения.
- Определить показатели сортирования семян по массе, разделив, исходный материал за один пропуск на пять фракций.
- Результаты измерений показателей сортировки семян (масса семян в каждой фракции, распределение семян по фракциям, масса 1000 семян исходного материала и в каждой фракции) занести в таблицу.
- По результатам измерений построить эпюры распределения семян по фракциям и график распределения массы 1000 семян по фракциям.

УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ И НАСТРОЙКА ЛАБОРАТОРНОГО СЕПАРАТОРА СЕМЯН

Лабораторный универсальный сепаратор семян состоит из бункера 1 с заслонкой 2, желобчатого вибротолка 4, пневмопривода 5 с возвратной пружиной 6; сопел 7 расположенных непосредственно под желобками; приёмника фракций 8, рамы 9 и блока питания 10.

В блоке питания (рисунок 2.) содержатся: коллектор 13 для раздачи воздуха потребителям; регуляторы давления

12 и 14 соответственно для сопел и пневмопривода, питающее сопло 1 и приёмное сопло 6; прерыватель 2 для создания пульсирующего воздушного потока в глухой камере пневмопривода 5. Прерыватель 2 представляет собой ротор, с плоскими крыльчатками, приводимый электродвигателем постоянного тока 8 с регулируемой реостатом 9 частотой вращения.

Сепаратор работает следующим образом. Семена загружаются в бункер 1 (рисунок 1.). Между заслонкой 2 и лотком 4 устанавливается зазор, близкий к толщине семян. К соплам 7 от блока питания 10 через коллектор 13 (рисунок 2) и регулятор давления 14 подаётся необходимое давление, обеспечивающее сбрасывание в последний приёмник фракций 5-10% семян от общей массы, в зависимости от качества исходного материала.

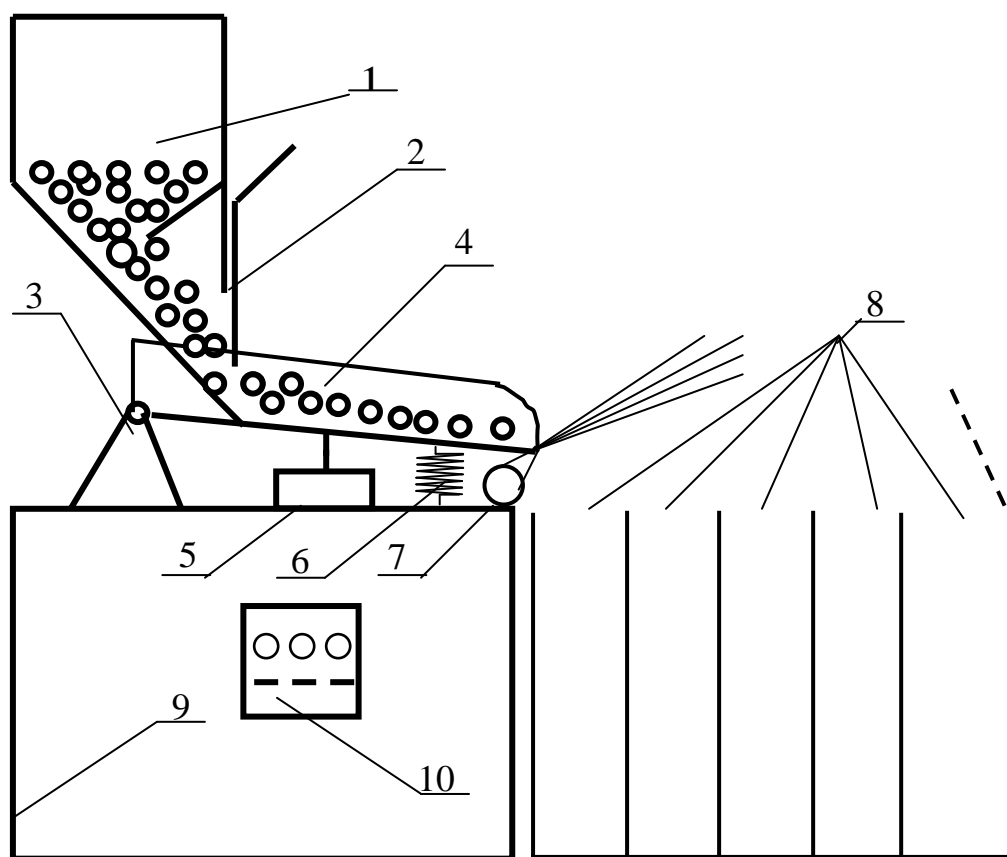


Рисунок 1 Схема пневматического сепаратора семян:
1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – шарнир лотка; 4 – лоток; 5 – пневмапривод; 6 – возвратная пружина; 7 – сопло; 8 – приёмник фракций; 9 – рама; 10 – блок питания.

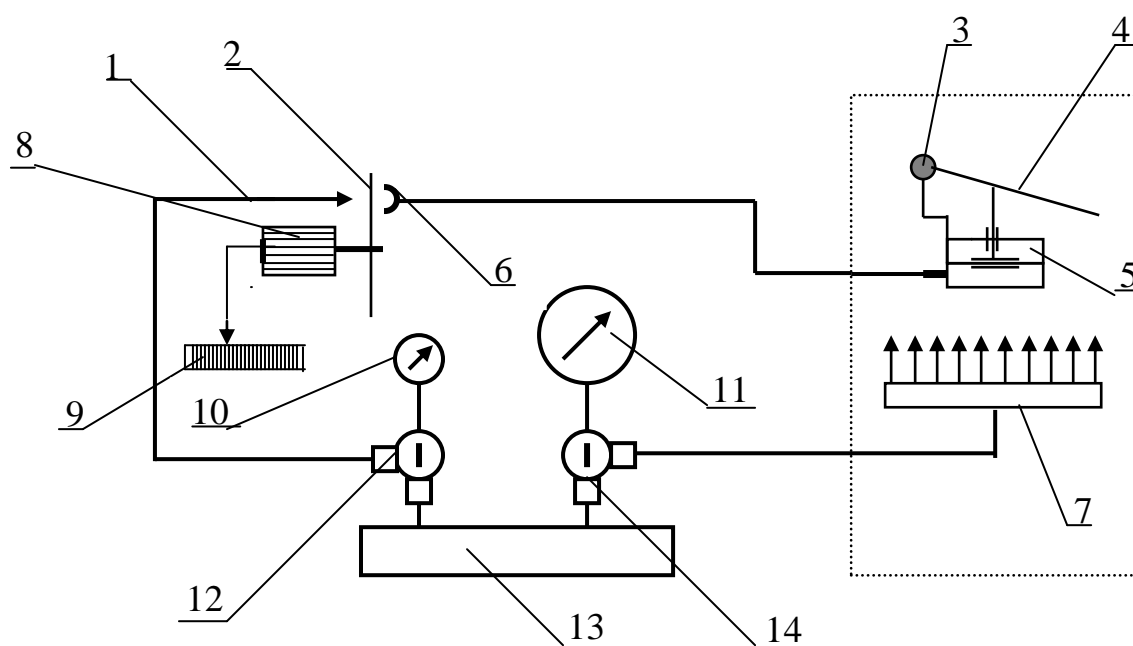


Рисунок 2 Схема блока питания сепаратора:

1- сопло питающее; 2- прерыватель; 3 – шарнир лотка; 4 – лоток; 5 - пневмопривод; 6 - сопло приёмное; 7 - сопла; 8 - электродвигатель; 9 - реостат; 10, 11 - манометры; 12, 14 -регуляторы давления; 13 - коллектор.

Включается электродвигатель 8, вращающий прерыватель 2 закреплённый на его валу. Включается компрессор и регулятором 12 давление на привод лотков подбирается таким, чтобы скорость перемещения семян была максимальной, а амплитуда минимальной. Воздух от регулятора 12 поступает к питающему соплу 1 и в положении, когда лопасть прерывателя 2 не перекрывает зазор между питающим 1 и приёмным 6 соплами, идёт процесс накачки глухой камеры пневмопривода 5. При этом шток вибропривода связанный с мембраной и жёстким центром, поднимает лоток 4. В момент, когда лопасть прерывателя прерывает поток воздуха из питающего сопла 1 в приёмное сопло 6, лоток под действием собственной массы и пружины 6 (рисунок1) опускается вниз, накаченный в глухую камеру воздух сбрасывается в атмосферу. При дальнейшем вращении прерывателя цикл повторяется. Это позволяет сообщать колебания лотку, с амплитудой до 1мм и частотой зависящей от числа оборотов вала двигателя 8. Подбрав обороты электродвигателя 8 с помощью реостата 9, устанавливают такую частоту колебаний лотка, при котором, семена поштучно в ориентированном виде распределяются в желобках лотка 4 и с одинаковой для всего потока семян скоростью подаются к соплам 7. Проходя над струями сопел 7, семена под действием реакции струи отбрасываются. Скорость отбрасывания семян обратно пропорциональна их массе, и выйдя за пределы действия струи, делятся в свободном движении по траектории полёта, оседая в приёмниках фракции 8.

Наиболее тяжёлые и плотные оседают в первом приёмнике фракций, расположенном ближе к соплам, а наиболее лёгкие и менее плотные – в самом удалённом приёмнике.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Предлагаемый для изучения процесс разделения семян по массе осуществляется при поштучной ориентированной подаче их в воздушный поток, создаваемый соплами малого (в сравнении с семенами) сечения.

Не следует путать данный процесс с разделением семян по аэродинамическим свойствам (по парусности). Там условия другие: размеры воздушного потока значительно превосходят размеры семян. Основные параметры (скорость воздушного потока, миделево сечение, коэффициент аэродинамического сопротивления семени), характеризующие процесс разделения, не стабильны.

Для рассмотрения физики процесса разделения семян по их индивидуальной массе примем, что семя после схода с желобка падает вертикально, а струя воздуха направлена горизонтально.

Составим дифференциальные уравнения движения семени по осям X и Y

$$m\ddot{Y} = mg, \quad (1)$$

$$m\ddot{X} = R, \quad (2)$$

где m – масса семени, кг;

R – сила действия струи на семя, Н;

\ddot{Y} , \ddot{X} – ускорение семени по осям координат, м/с²;

g – ускорение свободного падения, м/с².

После соответствующих преобразований получим

$$V_x = \dot{X} = \frac{R \cdot t}{m} = \frac{R}{m \cdot g} \left(\sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l} - V_0 \right), \text{ м/с} , \quad (3)$$

$$X = \frac{R \cdot t^2}{m \cdot g}, \text{ м} \quad (4)$$

$$V_y = \dot{Y} = g \cdot t + V_0 = \sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l}, \text{ м/с} , \quad (5)$$

$$Y = \frac{g \cdot t^2}{2} + V_0 \cdot t, \text{ м} , \quad (6)$$

$$t = \frac{\left(\sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l} - V_0 \right)}{g}, \text{ с} \quad (7)$$

где V_x, V_y – скорость семени по осям координат, м/с;

X, Y – путь семени по осям координат, м;

t – время, с;

l – длина семени, м;

V_0 – начальная скорость семени – скорость перемещения по желобку, м.

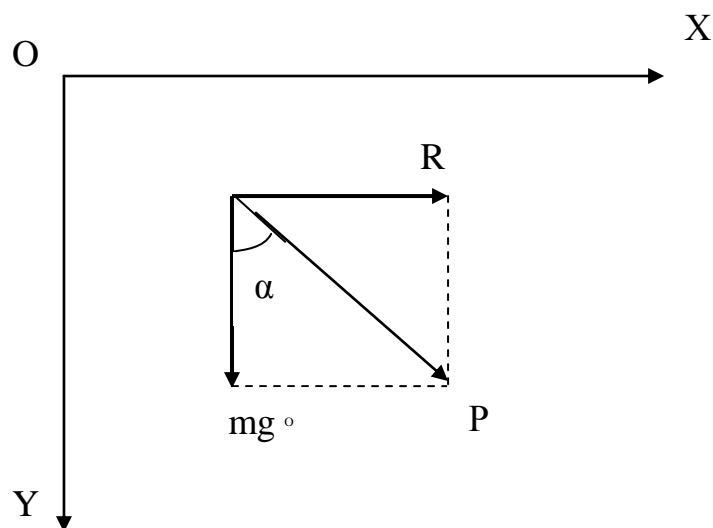


Рисунок 3 Схема сил действующих на семя

Отклонение абсолютной скорости движения семени от вертикали определяется углом α , значение которого выразим через $\operatorname{tg} \alpha$.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_x}{V_y} = \frac{R}{m \cdot g} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2g \cdot l}{V_0^2}}} \right), \quad (8)$$

После воздействия струи, семя продолжает полёт с начальными скоростями V_x, V_y .

При заданной высоте падения H , определим дальность полёта по горизонтали L . Поступая аналогично изложенному выше методу, получим:

$$L = X_1 = V_x \cdot t_1, \quad (9)$$

$$H = Y_1 = V_y \cdot t_1 + \frac{g \cdot t_1^2}{2}, \quad (10)$$

$$t = \sqrt{\frac{V_Y^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} - \frac{V_Y}{g}, \quad (11)$$

где $L=X_l$; $H=Y_l$ – соответственно дальность полёта и высота падения семени, м;

t_l – время полёта семени, после воздействия струи, с.

После преобразований получим

$$t_1 = \frac{1}{g} \cdot \left(\sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l + 2g \cdot H} - \sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l} \right), \text{ с} \quad (12)$$

$$L = \frac{R}{G \cdot g} \cdot \left(\sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l} - V_0 \right) \cdot \left(\sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l + 2g \cdot H} - \sqrt{V_0^2 + 2g \cdot l} \right), \text{ м} \quad (13)$$

где G – масса семени, Н.

Как видно из формулы (13) дальность полёта семян пропорциональна силе воздействия воздушной струи и обратно пропорциональна массе семян, а также зависит от начальной скорости и высоты сбрасывания. Что касается длины семени как фактора сепарации, то она практически не влияет на дальность полёта семян, т.к. длина семени определяет не только параметры воздействия струи, но и массу, а струя, как сказано выше действует не на всю длину, а на её часть (на погонную массу).

Учитывая, что скорость истечения струи воздуха составляет несколько десятков метров, а горизонтальная составляющая скорости семени ограничивается в пределах одного метра в секунду, то взаимодействие струи на семя можно рассматривать как прямой удар о неподвижное препятствие. При этом возможны два случая, когда площадь препятствия (семени) близка к площади поперечного сече-

ния струи, либо площадь препятствия в несколько раз превосходит сечение струи. Сила давления для этих случаев определится по формулам:

$$R = \rho \cdot \omega^2 \cdot F(1 - \cos \beta), \quad (14)$$

$$R = \rho \cdot \omega^2 \cdot F, \quad (15)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³;

F – площадь сечения струи, м²;

ω – скорость струи, м/с;

β – угол, при котором воздух стекает с препятствия, град.

Для плоской тонкой струи, ширина которой соизмерима с шириной семени можно применить формулу (14), представив её в следующем виде:

$$R = K \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot \delta \cdot b, \quad (16)$$

где $K = (1 - \cos \beta)$;

δ – толщина струи, м;

b – ширина семени, м.

Для расчётов значение $K = 0,5 \div 1$, принимать в зависимости от крупности семян. Большее значение соответствует крупным семенам (клещевина, подсолнечник, кукуруза и т.д.).

Из формулы (16) определим значение скорости потока струи

$$\omega = \sqrt{\frac{R}{K \cdot \rho \cdot \delta \cdot b}}, \quad (17)$$

Анализируя формулу (16), можно прийти к выводу, что для семян одной культуры сила R одинакова, т.к. параметры ρ , ω , δ относятся к соплу, а K и k соплу и к семени. Основным показателем, характеризующим качество сортировки, является скорость воздушного потока, поэтому её надо поддерживать постоянно путём стабилизации давления перед подачей в сопло.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТИРОВКИ СЕМЯН ПО МАССЕ

Разделение семян по массе и плотности позволяет выделить семена с наиболее полной физиологической зрелостью, способствующей значительному повышению урожайности.

Одним из основных показателей качества семян сельскохозяйственных культур является **масса 1000 семян**. Чем больше масса семени, тем больше содержится в нём питательных веществ, тем быстрее оно прорастает и тем лучше пройдет начальный рост молодого сеянца, и в конечном счёте будет выше продуктивность растения.

Показатели сортировки семян по массе определяют в следующей последовательности. В начале определяю массу 1000 семян исходного материала. Затем засыпают исходный материал в бункер 1 (рисунок 1) сепаратора, производят настройку сепаратора, методом, описанным в первом разделе. После настройки сепаратора очищают приёмники фракций 8, возвращая семена в бункер. На установленном режиме производят сортировку семян на пять фракций. По каждой фракции определяют массу 1000 семян и процентное распределение семян по фракциям.

Процентное распределение семян по фракциям определяется по формуле

$$P_x = \frac{M_x \cdot 100}{M_{\text{и.м.}}}, \quad (18)$$

где P_x – процентное содержание семян данной фракции в исходном ворохе, %;

M_x – масса семян содержащихся в данной фракции, г;

$M_{и.м.}$ – масса семян исходного материала равная сумме выделенных фракций, г.

$$M_{и.м.} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5, \quad (19)$$

где M_1, M_2, M_3, M_4 и M_5 – масса семян 1-ой, 2-ой, 3-ей, 4-ой и 5-ой фракции, г.

Данные измерений заносят в таблицу 1.

При определении массы 1000 семян необходимо руководствоваться ГОСТ 12042-66. Из семян основной культуры, после тщательного их перемешивания отсчитывают две пробы по 500 зёрен, взвешивают их с абсолютной погрешностью в 0,01 г, а затем переводят на массу 1000 семян и вычисляют среднюю массу.

При расхождении между двумя пробами от средней массы 1000 семян более 3% отсчитывают и взвешивают третью пробу. В этом случае массу 1000 семян вычисляют по двум пробам, имеющим наименьшее расхождение.

Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Результаты измерений показателей сортировки семян

по массе

(культура)

Номера фракций	Масса фракций, г.	Распределение семян по фракциям %	Масса 500 семян		Масса 1000 семян г.
			I проба г.	II проба г.	
Исходная		100			
1					
2					
3					
4					
5					

По данным измерений построить графики показателей сортировки семян по массе (пример представлен на рисунке 4 и 5).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт оформляется в соответствии с изложенным порядком проведения лабораторно-практической работы.

Результаты измерений показателей сортировки занести в таблицу 1.

По опытным данным построить эпюры распределения семян и график распределения массы 1000 семян по фракциям.

В заключении должен быть дан анализ полученных результатов. Отметить, удалось ли за один пропуск исходного материала получить фракции выровненные по массе, определить разницу между массой 1000 семян исходного материала и массой 1000 семян каждой фракции.

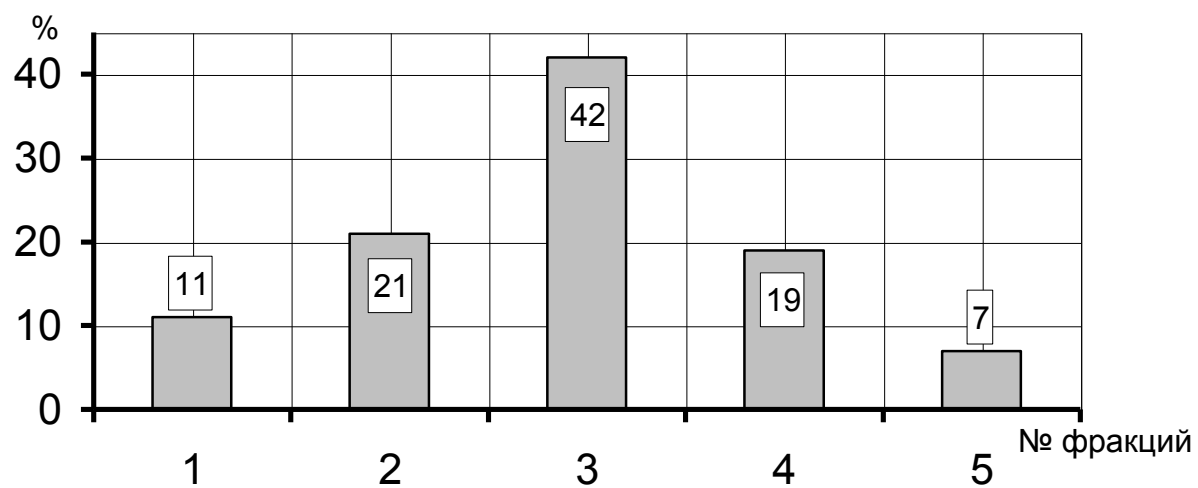


Рисунок 4 Распределение семян по фракциям

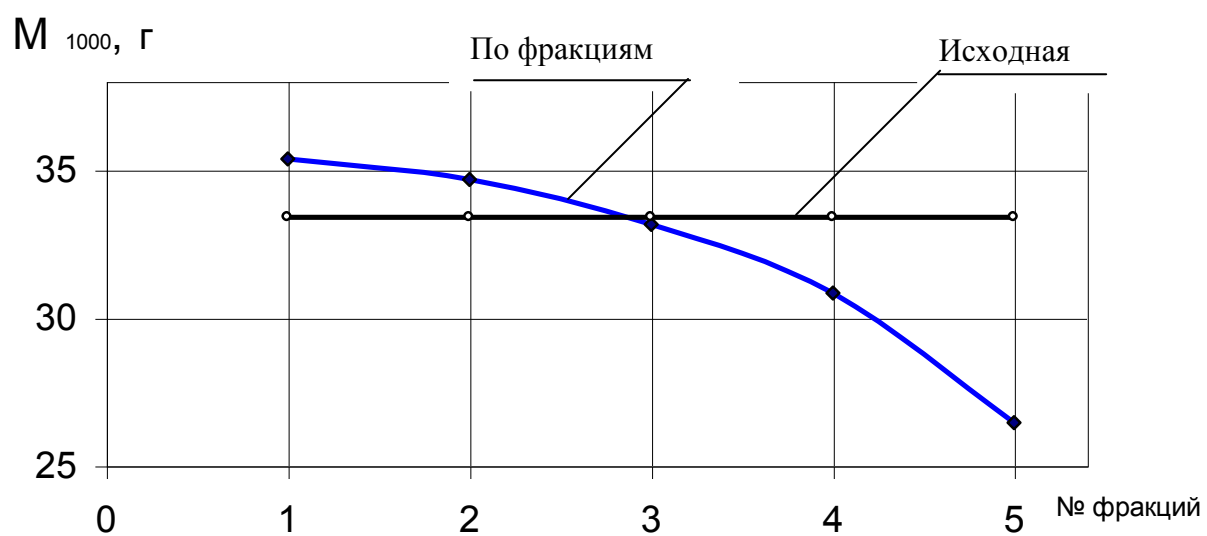


Рисунок 5 Распределение массы 1000 семян по фракциям