

3. Белевич П.К. Использование оборудования технологических линий в животноводстве / П.К. Белевич, И.А. Косцов, И.С. Леус. – Минск: Ураджай, 1979. – 6 с.

4. Березовский А.А. Технология производства кормов / А.А. Березовский. – М.: Колос, 1972. – 235 с.

УДК 631.362

Обоснование конструктивно-режимных параметров цилиндрических решет

**Я.А. Самсонов, студент 3 курса инженерного факультета
Научный руководитель: С.В. Стрельцов, доцент**

**ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная
академия»**

Послеуборочная обработка зерна является одной из наиболее ответственной и энергоемкой операцией. Задача механизации процессов очистки зерна остается актуальной. Основным процессом очистки зерна является ситовое сепарирование. В зависимости от размера зерна и примесей используемые сита (решета) отличаются по размерам и формам отверстий. Для сортирования зерновой смеси по толщине зерна устанавливают сита с продолговатыми отверстиями, по ширине сита с круглыми отверстиями. Для оценки ситовых сепараторов используют следующие критерии: производительность, эффективность очистки от примесей, содержание полноценного зерна в отходах. Эффективность очистки и содержание полноценного зерна в отходах после очистки регламентированы правилами выполнения технологического процесса. Сито характеризуется коэффициентом живого сечения, то есть отношением площади отверстий ко всей рабочей площади сита. По конструкции ситовые сепараторы классифицируются по параметрам представленным на рисунке 1.

Анализ существующих технических средств очистки семян сельскохозяйственных культур, свидетельствует о перспективе применения цилиндрических решет с горизонтальной осью вращения. Преимуществом данных машин является отсутствие знакопеременных динамических нагрузок, высокое качество очистки материала и возможность реализации многоступенчатой очистки одним конструктивным элементом машины. Однако отечественная промышленность не выпускает цилиндрические решета, имеющие не большую производительность и большой спрос для мелких сельскохозяйственных предприятий и для фермерских хозяйств. Оценивается эффективность работы зерноочистительных машин, двумя основными показателями количественными (производительность) и качество (технологическая эффективность).

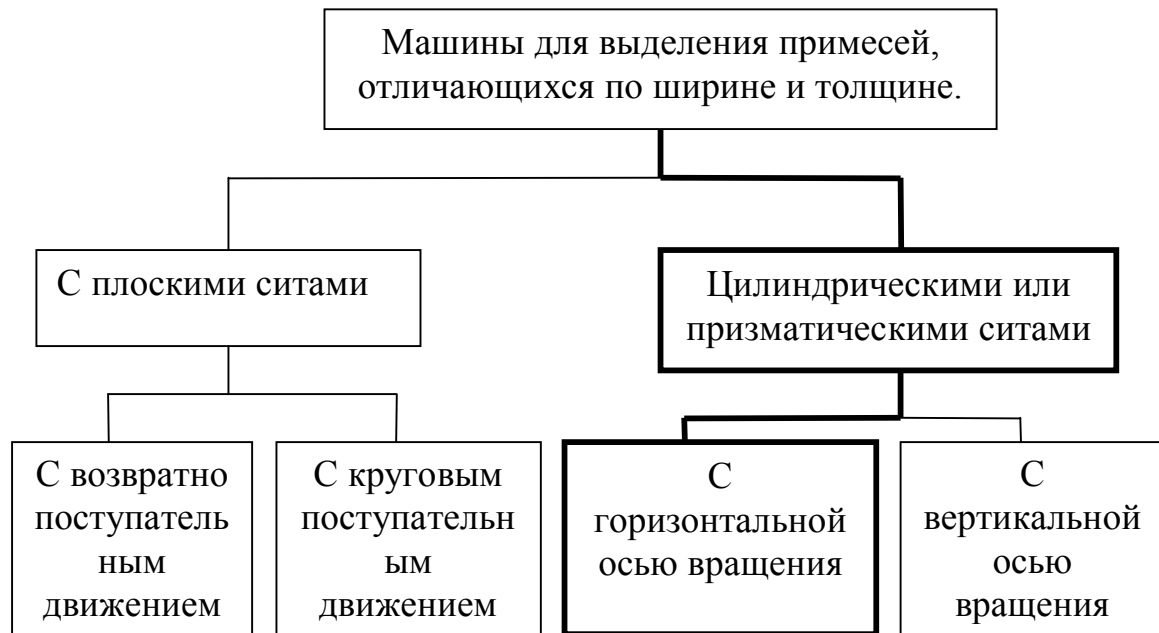


Рисунок 1 – Классификация ситовых сепараторов

Выполним обоснование основных конструктивно-режимных параметров цилиндрического решета предназначенного для очистки семян просо. С целью комплексной оценки влияния на производительность качества работы сепаратора за основу примем формулу [1]

$$Q = 0,6 \cdot k \cdot Q_p \quad (1)$$

где Q – потребная производительность машины, т/час;

k – комплексный коэффициент, учитывающий влажность, засоренность и вид культуры;

Q_p – расчетная производительность машины, т/час.

С учетом данной зависимости расчетная производительность определится по формуле:

$$Q_p = \frac{Q}{0,6 \cdot k} \quad (2)$$

Соответственно комплексный коэффициент, определяется произведением

$$k = \alpha \cdot \beta \cdot \sigma \quad (3)$$

где α – коэффициент, учитывающий засоренность обрабатываемого материала;

β – коэффициент, учитывающий влажность зерновой смеси;

σ – коэффициент, определяемый видом культуры;

Коэффициент, учитывающий засоренность определяется по формуле

$$\alpha = 1 - 0,02 \cdot (S - 10) \quad (4)$$

где S – содержание выделяемых примесей, %.

Учитывая, что разрабатываемый сепаратор предназначен для удаления крупных примесей принимаем их содержание $S=14\%$ [2]

Следовательно, коэффициент составит

$$\alpha = 1 - 0,02(14 - 10) = 0,92$$

Коэффициент, учитывающий влажность определяется зависимостью

$$\beta = 1 - 0,05 \cdot (W - 16) \quad (5)$$

где W – влажность очищаемого материала, %.

При очистке проса в соответствии с агротехническими требованиями влажность зерна не должна превышать 16% [3].

Соответственно коэффициент, учитывающий влажность будет равен,

$$\beta = 1 - 0,05 \cdot (16 - 16) = 1$$

Коэффициент, зависящий от вида культуры или так называемой коэффициент эквивалентности для проса рекомендуется принимать $\sigma = 0,7$ [1]

С учетом полученных коэффициентов, сепаратор для удаления крупных примесей должен обеспечивать производительность

$$Q_p = \frac{17}{0,6 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 0,7} = 44 \text{ м/час}$$

Для определения частоты вращения барабана сепаратора, определим основные силы, действующие на частицу обрабатываемого материала (рисунок 2).

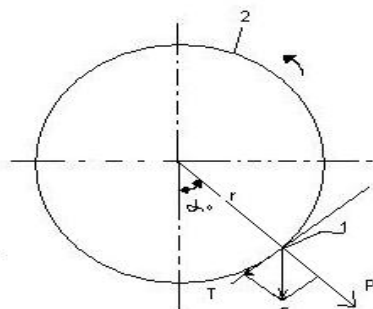


Рисунок 2 – Схема сил действующих на частицу

Разложим их по двум направлениям касательному и нормальному относительно радиуса окружности сепаратора. При этом касательная сила определяется по формуле

$$T = \sigma \cdot \sin \alpha_0 \quad (6)$$

где σ – сила тяжести действующая на частицу, Н.

Суммарная нормальная проекция сил определяем по формуле

$$N = \frac{m \cdot V^2}{r} + \sigma \cdot \cos \alpha_0 \quad (7)$$

где m – масса частицы, кг;

V – скорость частицы, м/с.

Учитывая, что просеивание материала возможно при его относительном движении по поверхности решета, составим уравнение движения частицы

$$m \cdot a = T - N \cdot f \quad (8)$$

где f – коэффициент трения зерен проса по материалу решета;

a – ускорение частицы, м/с².

Подставив в формулу (8) зависимости (6) и (7) получим равенство

$$m \cdot a = \sigma \cdot \sin \alpha_0 - f \cdot \left(\frac{m \cdot v^2}{2} + \sigma \cdot \cos \alpha \right) \quad (9)$$

Учитывая, что сила тяжести определяется по формуле

$$\sigma = m \cdot g \quad (10)$$

Преобразуем уравнение (9) в следующий вид

$$\frac{1}{g} \cdot a = \sin \alpha_0 - f \cdot \frac{v^2}{g \cdot r} + f \cdot \cos \alpha \quad (11)$$

Для обеспечения относительного просеивания частицы необходимо обеспечить условие,

$$a > 0 \quad (12)$$

Которое будет иметь место в случае

$$\sin \alpha_0 + f \cdot \cos \alpha > f \cdot \frac{v^2}{g \cdot r} \quad (13)$$

Соответственно скорость барабана не должна превышать значения

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot r \cdot \sin \alpha}{f} + g \cdot r \cdot \cos \alpha} \quad (14)$$

Предельное положения семян при котором возможно просеивание имеет место при угле их подъема $\alpha = 90^\circ$

В этом случае выражение (14) примет вид

$$v \leq \sqrt{\frac{g \cdot r \cdot \sin 90}{f} + g \cdot r \cdot \cos 90} = \sqrt{\frac{g \cdot r}{f}} \quad (15)$$

Принимаем радиус барабана сепаратора $r = 0,3$ м и коэффициент трения проса о решето принимаем по рекомендации $f = 0,5$ [4].

Соответственно максимальная окружная скорость диска составит

$$v = \sqrt{\frac{9,8 \cdot 0,3}{0,5}} = 2,42 \text{ м/с}$$

Следовательно, угловая скорость равна

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2,42}{0,3} = 8 \text{ рад/с} \quad (16)$$

Что соответствует частоте вращения

$$n = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{8}{2 \cdot 3,14} = 1,27 \text{ с}^{-1} \quad (17)$$

Для определения ширины рабочей зоны барабана сепаратора определим предельный угол подъема зерен [1]

$$\alpha_{\max} = \arctg f + \arcsin \left(\frac{\omega^2 \cdot r}{g} \sin(\arctg f) \right) =$$

$$\arctg 0,5 + \arcsin \left(\frac{8^2 \cdot 0,3}{9,8} \cdot \sin(\arctg 0,5) \right) = 87,7^\circ \quad (18)$$

Учитывая, что $\alpha_{\max} = 87,7^\circ$ составляет $\alpha_{\max} = 1,53 \text{ рад}$

Ширина слоя определяется по формуле

$$B = r \cdot d_{\max} = 0,3 \cdot 1,53 = 0,459 \text{ м} \quad (19)$$

Качество сепарирования определяется соблюдением условия

$$g_{\text{фак}} \leq g_g \quad (20)$$

где $g_{\text{фак}}$ – фактическая удельная нагрузка на 1 см ширины решета, кг/с;

g_g – допустимая удельная нагрузка на решето, кг/с.

По расчетной производительности фактическая удельная нагрузка составит

$$g_{\text{фак}} = \frac{0,00278 \cdot Q_h}{B} = \frac{0,00278 \cdot 44}{0,459} = 0,26 \text{ кг/с} \quad (21)$$

Исследованиями, проведенными доктором технических наук В.М. Цициновским установлено, что при сепарировании зерновых смесей допустимая нагрузка составит $g_g = 0,36$ кг/с

Следовательно, условие (21) выполняется

$$g_{\text{фак}} = 0,26 \leq g_g = 0,36 \text{ кг/с} \quad (22)$$

Задавшись коэффициентом извлечения основной культур, длина решета определяется по формуле [4]

$$l_p = \frac{c \cdot b \cdot g_{\text{фак}}}{\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right) \cdot R_n} \quad (23)$$

где c – коэффициент содержания основной культуры в зерновой смеси;

b – эмпирический коэффициент;

ε – коэффициент извлечения;

R_n – коэффициент, учитывающий не заштампованные поля решета;

$g_{\text{фак}}$ – удельная нагрузка на решето, кг/час.

Значение коэффициентов для решета с круглыми отверстиями принимаем в соответствии с рекомендациями [1]

$$C=0,12; b=0,6; \varepsilon=0,8; R_n=0,9.$$

Соответственно длина барабана с круглыми отверстиями по формуле (23) составит

$$l_p^k = \frac{0,12 \cdot 0,6 \cdot 260}{\left(\frac{1}{0,8} - 1\right) \cdot 0,9} = 83,2 \text{ см}$$

По аналогии принимаем коэффициенты для решета с прямоугольными отверстиями,

$$C=0,12; b=0,45; \varepsilon=0,8; R_n=0,95$$

Следовательно, длина барабана с решетом прямоугольной формы составит

$$l_p^n = \frac{0,12 \cdot 0,45 \cdot 260}{\left(\frac{1}{0,8} - 1\right) \cdot 0,95} = 59,1 \text{ см}$$

Рабочая длина барабана сепаратора составит

$$l_p = l_p^k + l_p^n = 83,2 + 59,1 = 142,3 \text{ см} \quad (24)$$

Вывод:

На основании анализа существующих решетных сепараторов обоснована конструкция цилиндрического решета (сита) с горизонтальной осью вращения. Выполнены расчеты по обоснованию основных параметров цилиндрического решета производительностью 44 т/час, предназначенного для очистки семян проса от крупных примесей.

Литература:

1. Кожуховский И.Е., Зерноочистительные машины. – М.: Машиностроение, 1974. – 335 с.
2. Карпов Б. А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна. М.: Агропромиздат, 1987. – 223 с.
3. Куприц Я. Н., Егоров Г.А. и др. Технология переработки зерна. М.: «Колос», 1981. – 566 с.
4. Листопад Г.Е., Демидов Г.К. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Агропромиздат, 1986. – 780 с.

УДК 631.879

Применение нетрадиционных перемешивающих и обогревающих устройств в биогазовых установках

К.Д. Семенов, студент 3 курса механико-машиностроительного факультета

Научные руководители: Е. М. Онучин, к.т.н, доцент

А. А. Медяков, аспирант

Р. В. Яблонский, ассистент

Эффективное перемешивание играет важную роль в процессе сбраживания. За счет эффективного перемешивания создаются благоприятные условия для развития метанобразующих микроорганизмов, в частности, равномерно распределяются питательные вещества по всему объему аппарата, происходит отвод тепла, образующегося в результате роста и развития микроорганизмов, а так же удаляются токсичный углекислый газ и остальные продукты обмена. [1]

На фоне традиционных (механических) способов перемешивания выделяется более простой и надежный способ – это барботажное перемешивание. Схема процесс барботажного перемешивания показана на Рисунке 1. Оно осуществляется за счет отбора из верхней части биореактора выделяющегося биогаза и барботирования его через толщу сбраживаемого субстрата.