

$$d_k = \frac{l \cdot z}{\pi} \quad (5)$$

Число оборотов катушки:

$$n_{кат} = \frac{Q \cdot v_m \cdot B_m}{q} \quad (6)$$

где Q – норма высева, кг/м²;

v_m – скорость движения сеялки, м/с;

B_m – ширина междурядья, м;

q – полный высев семян за один оборот катушки, кг.

По результатам расчетов изготовлены катушечно-штифтовые высевающие аппараты с 12, 18 и 24 штифтами. Определены формы штифтов, их высота и число на катушке, а также подача семян, число семян на погонном метре, интервал между ними при различных режимах работы.

Установлено, что с увеличением числа штифтов на катушке снижается пульсация зернового потока, и возрастает число высеваемых семян на погонном метре.

УДК 631.33

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СИТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

*Д.Р. Камалдинов , 4 курс, инженерный факультет
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Стрельцов
Ульяновская ГСХА*

Любая зерновая смесь неоднородна кроме полноценных зерен основной культуры, в ней всегда содержатся разнообразные примеси, попавшие при уборке, обмолоте, транспортировании и хранении. Примеси в зерновой массе снижают продовольственную ценность зерна. Основным процессом очистки зерна является ситовое сепарирование. По конструкции ситовые сепараторы классифицируются по параметрам представленным на рисунке 1.

Примером сепараторов с плоскими ситами является машинами ЗСМ-5, ЗСМ -10 и ЗСМ-20 и т.д. По конструкции эти сепараторы во многом сходны между собой. Они состоят из следующих агрегатов: станина сварной конструкции; верхний и нижний ситовые кузова; осадочные камеры; вентилятора; пневмосепарирующих каналов с магнитной защитой. Существенным недостатком сепараторов с плоскими решетками являются наличие значительных сил инерции. В результате действия, которых, снижаются надежность установок. Уравновешивание сепараторов представляют большие трудности, и на практике ограничиваются лишь частичным уравни-

новешиванием. Следующим недостатком сепараторов данного типа является постоянство режима движения решет (амплитуда, частота), что не позволяет в полной мере учитывать технологические свойства различных культур, то есть эти машины не обладают достаточной универсальностью.



Рисунок 1 – Классификация ситовых сепараторов

Для очистки зерна от примеси широко применяют машины, в которых решета совершают круговое поступательное движение. Примерами таких машин являются сепараторы шкафного типа А1-ЗСШ-20 и А1-БМС-12 производительностью 20 и 12 т/ч. Благодаря, многоступенчатой работы шахтные сепараторы позволяют не только выделить примеси, но и обеспечивают сортировку основного материала по фракциям. Данные машины имеют сложную кинематику привода рабочих органов и соответственно используются на крупных или средних специализированных предприятиях. Примером машин с призматическими ситами и горизонтальной осью вращения являются бураты типа ПБ-1,5, используемые на крупяных заводах в основном для контроля отходов или их сортировки по размерам, например разделение на кормовые и не кормовые фракции.

С точки зрения выделения примесей представляют интерес скальператоры А1-Б30, данные машины имеют цилиндрические сита, вращающиеся в горизонтальной плоскости. Технологический процесс выделения примесей в скальператоре осуществляется следующим образом, исходное зерно подается на вращающийся ситовой цилиндр, где происходит двухступенчатое выделения зерна на мелкие примеси (проход) и крупные примеси (сход). На эффективность работы скальператоры влияют частота вращения ситового цилиндра, размеры площади сепарирования. Эффективность вы-

деления крупных и мелких примесей в скальператоре достигает 100 %. Кроме того, машины имеют простую конструкцию и кинематику привода. Несмотря на эффективность цилиндрических сит, отсутствует методика обоснования их конструктивных и режимных параметров применительно к очистке зернового материала на небольших перерабатывающих предприятиях. В связи с этим предлагается методика обоснования основных конструктивно-режимных параметров цилиндрических сит на примере очистки зерна проса.

С целью комплексной оценки влияния на производительность качества работы сепаратора проса, за основу примем формулу:

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

где Q – потребная производительность машины, (принимаем для примера $Q = 17 \text{ т/час}$), т/час;

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

Q_p – расчетная производительность машины, т/час.

Следовательно, для заданной производительности цеха, производительность машины первой системы сепарирования определится зависимостью:

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

Коэффициент, учитывающий влажность, засоренность и вид культуры определяется по формуле:

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

где α – коэффициент, учитывающий засоренность обрабатываемого материала;

β – коэффициент, учитывающий влажность зерновой смеси;

σ – коэффициент, определяемый видом культуры.

Соответственно коэффициент, учитывающий засоренность определяется по формуле:

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

где S – содержание выделяемых примесей, %.

Принимаем содержание примесей 14%, 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%.

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 $\sigma = 0,7$.

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

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

Для определения частоты вращения барабана сепаратора, рассмотрим основные силы действующие на обрабатываемый материала, и разложим их по двум направлениям касательному и нормальному к радиусу окружности (рисунок 2).

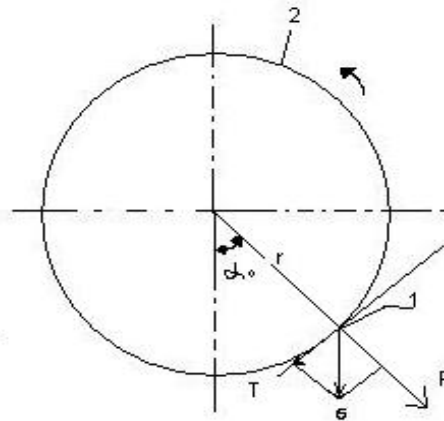


Рисунок 2 – Схема сил действующих на частицу

Именно касательная сила определяет скатывание частицы по поверхности сита, которая 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 относительности движению по поверхности решета, составим уравнение движения частицы

$$ma = T - Nf \quad (8)$$

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 частицы, при котором возможно её просеивание, когда угол $\alpha = 90^\circ$.

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 $r = 0,3 \text{ м}$ и коэффициент трения проса о решето равным $f = 0,5$. Соответственно максимальная окружная скорость цилиндрического сита 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:

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

Соответственно ширина рабочей зоны сита составит:

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

Качество сепарирования определяется соблюдение 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 $g_g = 0,36 \text{ кг/с}$

Следовательно, условие (20) 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:

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

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.

Для решет с круглыми отверстиями данные коэффициенты составляют: $c = 0,12$; $b = 0,6$; $\varepsilon = 0,8$; $R_n = 0,9$.

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 коэффициенты для решета с прямоугольными отверстиями составляют: $c = 0,12$; $b = 0,45$; $\varepsilon = 0,8$; $R_n = 0,95$.

Следовательно, длина барабана с решетом прямоугольной формы будет равна:

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

Рабочая длина барабана сепаратора составит

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

Продольный угол наклона цилиндрического сита принимается от 1 до 7 градусов.

Вывод

Применение цилиндрических сит для очистки зернового материала является перспективным и обоснованным направлением повышения качества его переработки. В данной статье рассмотрена методика и пример обоснования конструктивно-режимных параметров цилиндрических решет применительно к небольшим объемам перерабатывающих производств.

УДК 631.00

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СВЕКЛОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

*Н.С. Козырева, 3 курс, инженерный факультет
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Г. Артемьев
Ульяновская ГСХА*

Свеклоуборочный комбайн, машина для механизированной уборки сахарной свёклы. Свеклоуборочный комбайн подкапывает корни свёклы, выбирает их из почвы, обрезает ботву, собирает корни и ботву в бункера или грузит корни в рядом движущийся кузов тракторного прицепа или автомобиля, а ботву в тракторную тележку, прицепленную к комбайну (рисунок).

В СССР работы по созданию свеклоуборочных комбайнов начаты в 30-е гг. 20 в. Сначала была механизирована операция подкапывания корней. Для обрезки ботвы применяли ручные (переносные) станки. В 1934...38 механизирована выборка корней за ботву из почвы свеклокопателями, оснащенными теребильными аппаратами. В 40-х гг. начали применять рабочие органы для отделения ботвы от корней в машине. Первые свеклоуборочные комбайны были выпущены в 1949. В 50-х гг. изготовлены новые рабочие органы, обеспечивающие механизированную уборку свёклы; разработаны конструкции шнекового очистителя вороха корней и следящего устройства для направления свеклоуборочного комбайна по рядкам, что позволило автоматизировать управление машиной. Парк свеклоуборочных комбайнов на конец 1973 составил 58 тыс. шт. В СССР выпускают свеклоуборочные комбайны 2 типов, выполняющих технологический процесс по различным схемам: теребильные (КСТ-3А и КСТ-2А), которые обрезают ботву в машине после извлечения корней из почвы за ботву, и обрезающие ботву на корню, а затем извлекающие корни из почвы (СКД-2, СКН-2А и др.). Прицепной трехрядный теребильный комбайн КСТ-3А (рис.) предназначен для поточ-