

СЕПАРИРОВАНИЕ ОБРУШЕННЫХ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

А. ПЕРОВ, канд. техн. наук, ВНИИ электрификации сельского хозяйства

Зернобобовые культуры (люпин, горох, соя и другие) — основной источник растительного белка в комбикормах, кормовых и пищевых добавках, определяющий их питательную ценность. При использовании в составе этих продуктов семян зернобобовых культур без оболочек и пленок содержание белка в конечном продукте возрастает на 15–20%, поэтому разработке технических средств для эффективного сепарирования обрубленных семян придается большое значение.

Существует много способов сепарирования: триерование, просеивание на колеблющихся ситах с круглыми, квадратными и прямоугольными отверстиями, вибрационное перемещение в аэрируемом слое без просеивания, пневматическое сепарирование в вертикальном, наклонном или поперечном воздушном потоке, пневмоинерционное, пневмоситовое просеивание, просеивание на горизонтальных ситах, совершающих круговые поступательные колебания, виброударное сепарирование, вибрационное перемещение по ячеистым поверхностям, самосортирование при горизонтальных круговых поступательных колебаниях конических поверхностей, просеивание на неподвижных наклонных ситах.

Способ сепарирования выбирают в зависимости от признака делимости частиц компонентов смеси. Для разделения смеси частиц ядер и оболочек обрубленных семян зернобобовых культур с учетом физико-механических (плотность, геометрические параметры) и аэродинамических (скорость витания) свойств частиц целесообразно использовать пневматическое сепарирование смеси в вертикальном воздушном потоке.

Для обрушения семян зернобобовых культур и их последующего сепарирования сотрудники ВНИИ электрификации сельского хозяйства разработали новый дисковый шелушитель-сепаратор (рисунки 1 и 2). В нем обрубленные семена в виде смеси частиц ядер и оболочек подаются в сепарационную камеру, образуемую горизонтальным и вертикальным каналами. В вертикальном канале под воздействием восходящего воздушного потока, создаваемого пылевидным вентилятором, происходит разделение смеси на две фракции: тяжелую — семядоли и их частицы (выводится через нижнюю часть канала) и легкую — оболочки и пылевидные частицы (подаются в центробежный циклон, где отделяется от воздуха). Скорость воздушного потока в зоне сепарирования регулируется подсосом воздуха.

На эффективность сепарирования оказывают влияние: форма и геометрические размеры каналов, удельная нагрузка на канал, средняя скорость и выравненность воздушного потока, свойства сепарируемой смеси и условия ввода обрубленных семян в сепарационную камеру.

Требованиям рациональной компоновки пневмосепарирующих устройств отвечают прямоугольные вертикальные каналы. Основными их параметрами являются: длина (L),

ширина (B), высота верхней части канала от места подачи зерновой смеси до входа во всасывающий патрубок вентилятора (H_1) и высота нижней части канала от места входа в него воздуха до подачи зерновой смеси (H_2). Оптимальная длина канала (мм) вычисляется по формуле:

$$L = 10 \cdot Q / q,$$

где Q — производительность шелушителя, кг/ч;

q — выбранная удельная нагрузка на канал, кг/см·ч.

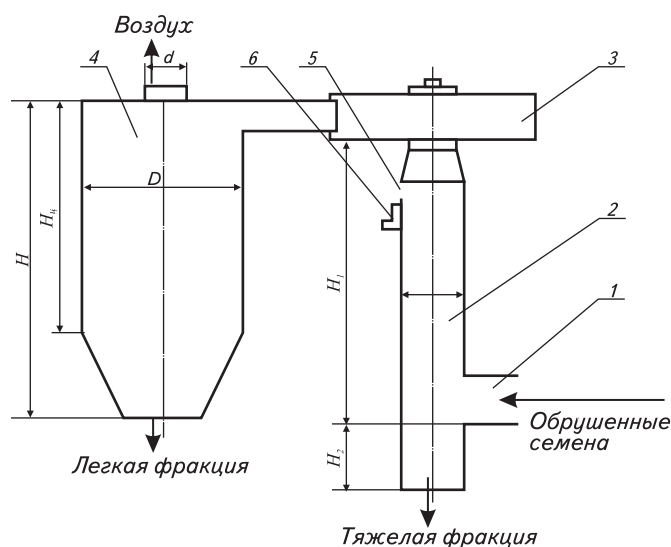


Рис. 1. Схема пневмосепарирующего устройства:

- 1 — горизонтальный канал; 2 — вертикальный канал;
3 — пылевой вентилятор; 4 — центробежный циклон;
5 — люк; 6 — заслонка

Величина удельной нагрузки оказывает основное влияние на эффективность и качество сепарирования. Наилучшие показатели эффективности сепарирования обрубленных семян зернобобовых культур достигаются при нагрузке не более 50 кг/см·ч. Высота H_1 влияет на эффективность сепарирования — небольшая высота не позволяет поддерживать достаточно высокую скорость воздушного потока, и эффективность снижается. Высота H_2 влияет на выравненность воздушного потока, которая возрастает с увеличением высоты.

С учетом рекомендаций по выбору рациональных пара-



Рис. 2. Шелушитель-сепаратор семян зернобобовых культур

метров пневмосепарирующих каналов, принятых удельной нагрузки на канал 50 кг/см·ч и производительности шелушителя 700 кг/ч, определены значения этих параметров: $H_1 = 715$ мм, $H_2 = 150$ мм, $L = 140$ мм, $B = 135$ мм.

Скорость воздушного потока в вертикальном канале должна иметь значение, при котором происходит четкое разделение зерновой смеси на легкую и тяжелую фракции, и находиться в пределах диапазона средних скоростей витания частиц ядер и оболочек. Для ядер, семядолей и крупных частиц семян люпина и гороха скорость витания составляет 9,3–15,0 м/с, для мелких частиц семядолей, оболочки и их фрагментов — 0,8–4,2 м/с.

На выравненность воздушного потока и эффективность сепарирования также влияет способ подвода воздуха. Наиболее эффективен односторонний подвод снизу через выходное отверстие вертикального канала. Производительность вентилятора ($\text{м}^3/\text{ч}$) вычисляется по формуле:

$$Q_B = 3600 \cdot B \cdot L \cdot V_B,$$

где V_B — средняя скорость воздуха по всему вертикальному каналу, превышающая в 1,2–3,5 раза скорость витания частиц легкой фракции, м/с.

В предложенном пневмосепарирующем устройстве применен радиальный пылевой вентилятор ЭВЗ, 15-50Н производительностью 300–1000 $\text{м}^3/\text{ч}$. При помощи регулируемого открытия окна на вертикальном канале скорость воздуха в канале может изменяться от 3,8 до 9,3 м/с, что позволяет настроить оптимальный режим работы устройства при сепарировании обрушенных семян зернобобовых культур, в зависимости от их вида и удельной зерновой нагрузки.

На основе анализа технических характеристик и параметров циклонов-пылеуловителей, применяемых в системах пневмотранспорта и аспирации, и с учетом расхода воздуха в пневмосепараторе приняты следующие конструктивные параметры центробежного циклона: полная высота $H = 860$ мм; высота цилиндрической части $H_{\text{ц}} = 650$ мм; диаметр $D = 400$ мм; диаметр выхлопной трубы $d = 160$ мм; сечение патрубка, соединяющего циклон с вентилятором, — 95х95 мм.

При эксплуатации сепарирующих машин необходимо соблюдать рекомендуемый для данного вида сырья режим и периодически контролировать работу оборудования. Технологическую эффективность процесса сепарирования оценивают двумя показателями: эффективностью очистки

зерна от примесей E (%) и содержанием полноценных семян в отходах a (% от массы отходов).

Эффективность очистки зерна от примесей (%) выражают показателем, равным отношению количества выделенных примесей M (кг) к количеству примесей в исходной зерновой смеси A (кг):

$$E = 100 \cdot M \cdot (1 - a / 100) / A.$$

Эффективность сепарирующих машин и качество сепарирования в процессе очистки зерновой смеси регламентированы правилами ведения технологического процесса применительно к конкретным условиям работы.

Качество работы пневмосепарирующего устройства для разделения на фракции обрушенных семян зернобобовых культур целесообразно оценивать такими показателями, как содержание отходов (оболочек, пленок) в готовом продукте после сепарирования $O_{\text{ГП}}$ (%) и содержание ядер семян и их частиц в отходах $Y_{\text{от}}$ (% к общей массе ядер в исходном зерновом продукте), что соответствует потере содержащихся в ядрах белка и других питательных веществ после обрушения и сепарации.

Содержание ядер семян и их частиц в отходах (%) вычисляется по формуле:

$$Y_{\text{от}} = 100(1 - \Gamma_{\text{П}}/m) + O_{\text{ГП}} \cdot \Gamma_{\text{П}}/m,$$

где $\Gamma_{\text{П}}$ — готовый продукт, или крупная фракция после обрушения и сепарации, % от исходной зерновой массы;

m — содержание ядер семян в исходной зерновой массе (для семян люпина — 77,5–78,0%, гороха — 92,3–92,8%), %.

Сотрудниками ВИЭСХ была экспериментально исследована эффективность работы дискового шелушителя-сепаратора, при обработке на нем семян люпина и гороха влажностью 11–15%. Результаты показали, что при производительности установки 0,33–0,69 т/ч содержание ядер и их частиц в отходах составило: при обработке люпина — 0,6–4,9%; гороха — 3,7–5,0%; содержание отходов в готовом продукте — 1,5–5,5% и 0,4–0,7%, соответственно. Эти данные свидетельствуют о хорошей эффективности сепарирования обрушенных семян люпина и гороха и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к кормовым рационам (комбикормам и белковой кормовой муке) различных видов и возрастных групп сельскохозяйственных животных и птицы. ■