

МАШИНА ДЛЯ ОЧИСТКИ И СОРТИРОВАНИЯ ЗЕРНА

А.А. Линь (фото)

старший научный сотрудник лаборатории механизации селекционно-семеноводческих работ

В.М. Михайлов

старший научный сотрудник лаборатории механизации селекционно-семеноводческих работ

ФГБНУ ВНИИ льна, г. Торжок, Тверская область

*Очистка зерна,
конструкция
зерноочистительной
машины, криволинейное
решето, равномерный
слой*

*Grain peeling,
grain-peeling machine
design, curvilinear sieve,
an even layer*

В настоящее время валовый сбор зерна в мире превышает 2 млрд тонн. В России в 2015 г. собрано более 100 млн тонн. Весь этот объем необходимо очищать и сортировать, причём большую часть неоднократно. Сведения о требуемом количестве машин приведены в ряде работ. Предполагаемый расчетный объем мирового парка зерносемяочистительных машин превышает 100 млн шт. [1]. В России для своевременной и эффективной обработки зерна и подготовки семян нужно не менее 150–200 тыс. таких машин. До 1990 г. в СССР зерноочистительную технику хозяйствам поставляли два предприятия: завод «Воронежсельмаш» и фирма «Петкус». В настоящее время в России зерноочистительную технику производят свыше 10 предприятий и не менее 8 фирм поставляют её из-за рубежа. При этом объём закупок данной техники отечественными сельхозпроизводителями, по сравнению с 1990 г., сократился более чем в 10 раз. В последние годы в стране продается всего 2-3 тыс. машин в год. Возросшая конкуренция на рынке обязывает производителей зерноочистительных машин постоянно изыскивать новые технические решения, использовать научные наработки, применять новые материалы и современные технологии в производстве, улучшающие характеристики техники при доступных ценах для её покупателей.

Всероссийский НИИ льна с момента основания проводит исследования в области очистки и сортирования семян. В 1990 г. институтом и заводом «Бежецксельмаш» разработана семяочистительная машина СМП – 0,5, в которой для повышения эффективности очистки от сорняков использован пульсирующий воздушный поток, создаваемый диафрагмами [2]. В 2004 г. ВНИИ льна и заводом «Тверьсельмаш» была разработана новая зерноочистительная аспирационно-калибровочная машина – МАК -10 [3]. С 2004 по 2010 год выпущено и поставлено в хозяйства около 300 таких машин. После перепрофилирования завода разработку и совершенствование конструкции зерноочистки продолжило частное предприятие – ИП Боярчук Ю.И., совместно с ВНИИ льна. В результате коренной модернизации удалось увеличить её производительность, повысить надёжность, улучшить дизайн и удобство обслуживания. С 2013 г. машину выпускают под маркой МАК-25У. В 2014 и 2015 годах она была представлена в Москве на выставке «Золотая Осень». Схема и общий вид машины представлены на рисунках 1 и 2 [4].

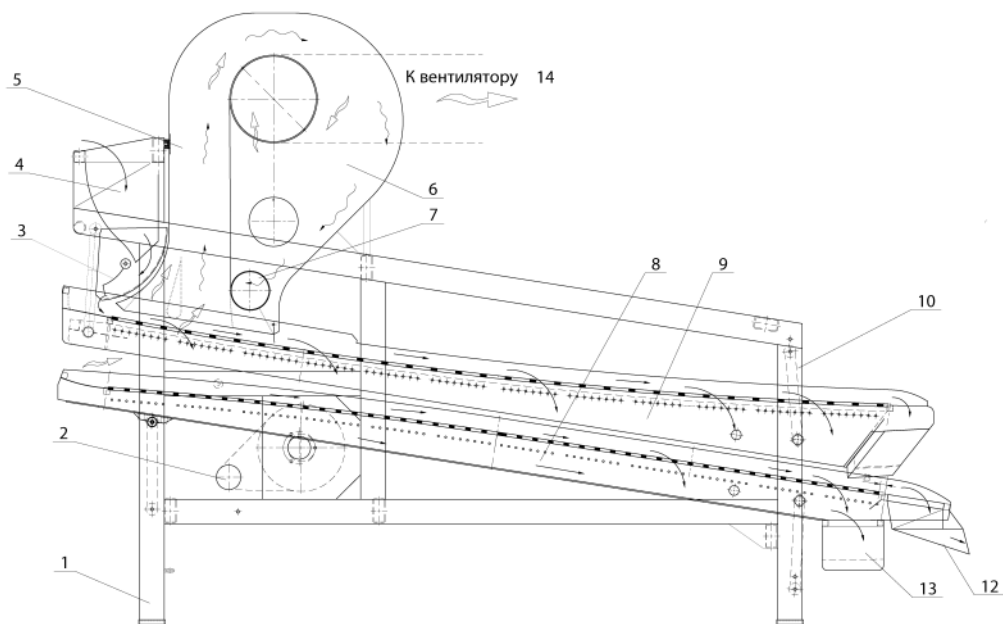


Рисунок 1 – Схема машины МАК - 25У

1 – рама, 2 – привод, 3 – выравнивающий клапан, 4 – бункер, 5 – пневмоканал,
6 – осадительная камера, 7 – шнек легких примесей, 8 – стан нижний, 9 – стан верхний, 10 – стойка,
11 – лоток крупных примесей, 12 – лоток очищенного материала, 13 – лоток подсева, 14 – вентилятор.



Рисунок 2 – Общий вид машины МАК-25У

Технические характеристики машины МАК-25У:

Производительность по пшенице, т/ч	
на предварительной очистке	25
на первичной очистке	15
на калибровании	8
Мощность электродвигателей, кВт	
вентилятора	5,5
привода решетных станов	2,2
Размер решетных полотен (длина / ширина), мм	790 / 990
Общее количество решетных полотен, шт.	8
Габаритные размеры машины, мм	
длина	3750
ширина	1600
высота	2500
Масса, кг	900

Машина содержит следующие части: рама – 1, изготовленная из прямоугольных труб; привод – 2, сообщающий колебания решетным станам и вращение шнеку; выравнивающий клапан – 3; бункер – 4, пневмоканал – 5 и осадительную камеру – 6, составляющих единый блок; шнек – 7, расположенный в нижней части осадительной камеры; нижний стан – 8 с лотком для очищенного материала – 12 и лотком подсева – 13; верхний стан – 9 с лотком крупных примесей – 11; стойки – 10, на которые опираются станы; вентилятор – 14 (на схеме не показан), соединенный с осадительной камерой гибким воздуховодом.

Технологический процесс в МАК - 25У протекает следующим образом. Семена подаются в бункер, из которого они сыплются на колеблющийся скат с клапаном. Выравненный этим клапаном слой семян падает на верхнее решето и при движении под сдвоенным пневмоканалом воздушный поток отбирает из этого слоя легкие примеси, которые поступают в осадительную камеру и шнек выводит их из машины. При дальнейшем движении слоя материала по изогнутому проходному решету семена проходят поступают на подсевное решето, которое отбирает мелкие примеси. Скорость движения остающихся на проходном решете семян с крупными примесями непрерывно падает вследствие уменьшения наклона решета с 11° до 2° . На подсевном решете объем материала по ходу движения возрастает, но вследствие увеличения угла наклона решета с 5° до 9° скорость движения семян также растет. Поэтому высота слоя остается примерно постоянной по всей длине как проходного решета, так и подсевного решета.

Если, например, в машину подается 25 т/ч зернового материала, в котором 5% крупных примесей, то при скорости движения слоя в начале решета 0,4 м/с высота слоя будет примерно 25 мм. Если в конце решета на нем останутся крупные примеси с незначительной долей проходовой фракции, то есть объем уменьшится в 20 раз, то при сохранении высоты слоя 25 мм и скорость снизится также в 20 раз – до 0,02 м/с. Следовательно, время нахождения частиц проходовой фракции на решете и вероятность их выделения также возрастают в 20 раз. Поэтому изогнутое решето гораздо эффективнее плоского как на предварительной или первичной очистке, так и на калибровании.

При разработке машины радиус кривизны проходного решета определяли по формуле:

$$R = \frac{L \times 360^\circ}{2\pi(\alpha_n - \alpha_k)},$$

где: R – радиус кривизны решета, м;

L – длина решета, м;

α_n – начальный угол наклона решета, град.;

α_k – конечный угол наклона решета, град.

Начальный угол наклона проходного решета принят 11° , из условия допустимой высоты слоя [4]. При подаче 25 т/ч и скорости движения семян по решету с таким наклоном 0,4 м/с, высота слоя составит 25–30 мм, что близко к оптимальному значению. Угол наклона на сходе с решета принят 2° , скорость движения при таком угле на порядок ниже, чем в начале. Радиус кривизны решета, при заданных углах и длине решета 3,16 м, составляет 20 м.

Предлагаемая машина имеет следующие конструктивные особенности. Изгиб решет задан криволинейной верхней кромкой деревянных брусков, из которых и выполнен решетный стан. Эквидистантно решетной поверхности сквозь бруски пропущены стеклопластиковые прутки диаметром 8 мм, с шагом 30 мм, образующие опорную решетку для резиновых очистительных шариков. Решетные станы из брусков со специальной пропиткой при большей прочности и долговечности примерно в 1,5 раза легче металлических.

Другой конструктивный элемент МАК-25У, обеспечивающий равномерность распределения слоя по ширине решета – это клапан, шарнирно закрепленный на качающемся скате, расположенном под бункером. Клапан разравнивает поток материала, поступающего из бункера на скат, и затем выравненный слой падает на начало верхнего решета. Этот слой при падении пе-

рекрывает зазор между краем ската и решетом и предотвращает подсос воздуха со стороны входа материала. На выходе из пневмоканала также имеется клапан, что исключает подсос воздуха со стороны выхода семян.

Конструктивной особенностью пневмоканала является разделение его на 2 секции – подготовительную и основную. В первой скорость воздуха примерно в три раза ниже, чем во второй. При движении семян под первой секцией воздушный поток разрыхляет слой и отделяет самые легкие примеси. Далее под основной секцией происходит полное разделение по парусности.

Одинаково эффективная работа в режимах предварительной, первичной очистки и сортирования, а также на различных семенах, обеспечивается регулированием общего угла наклона станков (9 и 8 град.) и частоты их колебаний (4,5 и 4,75 с⁻¹). Для повышения надежности и долговечности в шатунах и подвесках использованы полиуретановые втулки, а для соединения осадительной камеры с вентилятором применен гибкий полиуретановый воздуховод. Лотки крупных, мелких и легких примесей могут быть переставлены потребителем с возможностью вывода примесей на одну или другую сторону машины.

Теоретически и экспериментально доказано, что использование криволинейных решет

повышает производительность машины [4]. Есть примеры использования изогнутых (банаобразных) решет в грохотах для минералов. Предпринимались попытки по созданию сортировок зерна с изогнутыми решетками, но всё осталось на уровне экспериментов. На практике в серийной зерноочистительной машине криволинейные решета впервые применены только в МАК-25У.

Зерноочистительные машины МАК-10 и МАК-25У прошли испытания на Поволжской и Калининской машиноиспытательных станциях (протоколы № 08-131-05 (5070192), № 05-17-08 (9050076)). Испытания подтвердили эффективность технических решений, заложенных в конструкцию. В настоящее время эти машины работают во многих регионах страны на очистке и сортировании семян самых разных культур, от мелкосемянных (таких, как лён и рапс), до крупносемянных (таких как подсолнечник, горох, кукуруза).

Приведенные выше конструктивные решения обеспечили повышение эффективности сепарирования на решетках и в пневмоканале. На основе этих решений разработана, испытана и поставлена на производство конкурентоспособная зерноочистительная машина, на которую имеется спрос.

Литература

1. Дринча, В.М. Направления производства конкурентоспособной техники для очистки зерна и семян [Текст] / В.М. Дринча, С.С. Ямпиллов // Техника и оборудование для села. – 1999. – № 3–4. – С. 12.
2. Авторское свидетельство SU 1604495 МПК В07В 7/12 «Сепаратор зерна» / А.А. Линь, Е.М. Огнев, Л.М. Суконкин, В.А. Веденев. – Опубли. 07.11.90, Бюлл. № 41.
3. Патент RU 2281170 Российская федерация МПК В07В 9/00 «Машина для очистки зерна» / В.П. Козлов, А.С. Ращук, А.Ф. Ежов; заявитель и патентообладатель ВНИИЛ ПАН. Заявл...; опубл. 10.08.2006. Бюлл. № 22.
4. Яндекс [Электронный ресурс] – Режим доступа – «Youtube» – видеохостинг – зерноочистительная машина МАК - 25У.
5. Корн, А.М. ВИМ: от ручной веялки до зернообрабатывающего завода – развитие и реализация технической мысли по зерноочистке [Текст] / А.М. Корн. – М: «Издательство ВИМ», 2006. – С. 24-30.

References

1. Drincha, V.M. Napravljenija proizvodstva konkurentosposobnoj tehniki dlja ochistki zerna i semjan [Tekst] / V.M. Drincha, S.S. Jampilov // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 1999. – № 3–4. – С. 12.
2. Avtorskoje svidetel'stvo SU 1604495 MPK B07B 7/12 «Separator zerna» / A.A. Lin', E.M. Ognev, L.M. Sukonkin, V.A. Vedeneev. – Opublik. 07.11.90, Bjull. № 41.
3. Patent RU 2281170 Rossijskaja federacija MPK B07B 9/00 «Mashina dlja ochistki zerna» / V.P. Kozlov, A.S. Rashhukov, A.F. Ezhov; zajavitel' i patentoobladatel' VNIIL PAN. Zajavl...; opubl. 10.08.2006. Bjul. № 22.
4. Jandeks [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa – «Youtube» – videohosting – zernoochistitel'naja mashina MAK - 25U.
5. Korn, A.M. VIM: ot ruchnoj vejalki do zernoobrabatyvajushhego zavoda – razvitie i realizacija tehničeskoj mysli po zernoochistke [Tekst] / A.M. Korn. – M: «Izdatel'stvo VIM», 2006. – S. 24-30.