

## **АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ И СОРТИРОВАЛЬНЫХ МАШИН**

**В.П. Чеботарев, к.т.н., И.В. Барановский, к.т.н., А.А. Князев, к.т.н.,  
П.М. Немцев**

*Республиканское унитарное предприятие  
«НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь*

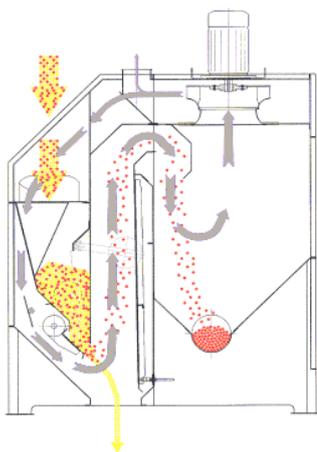
### **Введение**

Работа современного зерноочистительного оборудования основана на известных принципах сепарации зерновых смесей, успешно применяемых уже более 50 лет. Так, для разделения сепарируемого материала по размерам (ширине, толщине) применяют плоские или цилиндрические решета, по аэродинамическим свойствам – пневмосепарирующие каналы, по удельному весу – пневмосортировальные столы. Однако множество технических решений, реализованных в конструкциях представленных машин, отличается новизной и представляет интерес с позиции использования их при проектировании отечественных зерноочистительных машин.

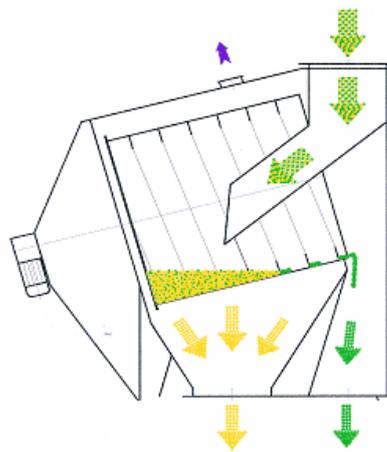
В настоящее время в мире преобладает поточная технология послеуборочной обработки зерновых материалов. Она включает, как правило, четыре последовательные операции: предварительную очистку зернового материала, первичную, вторичную очистку, окончательную очистку (сортировку). В данной статье предпринята попытка отразить основные тенденции развития данного типа оборудования.

### **Основная часть**

Машины предварительной очистки устанавливают в начале поточных линий обработки семенного материала или продовольственного зерна. Наиболее широкое применение для такой очистки получили машины, состоящие или только из пневмосепарирующих (рисунок 68), или только из решетных (рисунок 69) сепарирующих рабочих органов, или из обоих видов этих рабочих органов. Среди машин предварительной очистки в Западной Европе наибольшее распространение получили сепараторы, включающие цилиндрическое решето и пневмосепарирующую систему. Причем используются цилиндрические решета как с наружной рабочей поверхностью, так и с внутренней. В машинах предварительной очистки используют как разомкнутую, так и замкнутую пневмосистему либо с вертикальным пневмосепарирующим каналом, либо с наклонным. Также применяются как активные устройства ввода зернового материала в канал в виде питающего валика, так и пассивные в виде откидного клапана, скатной доски.



**Рисунок 68 – Схема работы Schmidt-Seeger ASU 200**



**Рисунок 69 – Схема работы Schmidt-Seeger SDS 1213**

Во всех машинах предварительной очистки используется вертикальный или наклонный канал. Вводимый зерновой ворох продувается боковым воздушным потоком. Причем используют преимущественно наклонный канал с вводом вороха через откидной клапан. Сепараторы в большинстве своем имеют модульную конструкцию, любой модуль может работать как самостоятельная машина.

Определенной тенденции в последовательности очистки зерна сепарирующими рабочими органами этих машин не наблюдается: имеются машины, в которых пневмосепарирующие системы используются как в начале, так и в конце технологического процесса.

Сепараторы фирмы Zanin (модель PRA, рисунок 70) обладают производительностью от 15 до 200 *т/ч* зернового материала, модель COMBI (рисунок 72) – от 30 до 50 *т/ч*. Сепараторы фирмы Law-Denis (модель EAC, рисунок 71) обладают производительностью от 5 до 400 *т/ч*. Сепараторы Denis Prive (модель NR, рисунок 73) обладают производительностью от 40 до 250 *т/ч*. Однако следует отметить, что все приведенные сепараторы могут обеспечить указанную производительность только при обработке пшеницы с удельным весом не менее 750 *кг/м<sup>3</sup>*, влажностью не более 16% и с содержанием сорной примеси не более 2%.



**Рисунок 70 – Сепаратор Zanin PRA и схема его работы**



**Рисунок 71 – Сепаратор Law-Denis EAC**

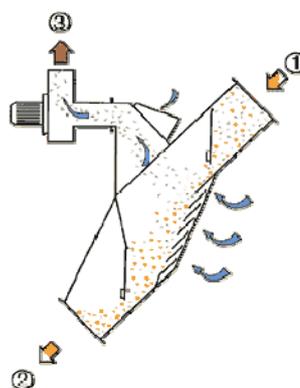
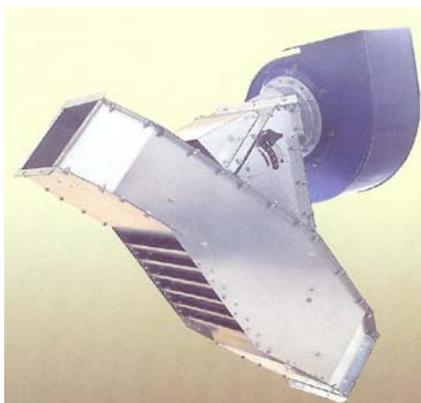


**Рисунок 72 – Сепаратор Zanin COMBI**



**Рисунок 73 – Сепаратор Denis Prive NR**

Также в последнее время наметилась тенденция применения самотечных сепараторов для предварительной очистки (рисунок 74).



**Рисунок 74 – Пневмосепаратор Zanin PA-I и схема его работы**

Корпус машин предварительной очистки выполняют на болтовых соединениях, как правило, из оцинкованного металла, при этом для изготовления решетной поверхности применяют металл без антикоррозийного покрытия, который после лазерной нарезки перфораций подвергают окраске.

Среди машин первичной очистки наиболее распространены воздушно-решетные сепараторы с вертикальными пневмосепарирующими каналами и плоскими качающимися решетками. Решетный стан машины состоит из колосового и подсевного решета, собранного в едином блоке, и предназначен для выделения сорной и зерновой примесей, отличающихся от зерна основной культуры по толщине и ширине. Машины таких конструкций представлены фирмами Riela и Neuge (рисунки 75 и 76).



**Рисунок 75 – Машина первичной очистки Riela**



**Рисунок 76 – Машина первичной очистки Neugro UNI-SEED**

Принципиального отличия между воздушно-решетными машинами первичной и вторичной очистки не существует. Можно лишь указать, что первые имеют один пневмосепарирующий канал, устанавливаемый в начале технологического процесса очистки, в то время как машины вторичной очистки снабжены двумя каналами – до и после решетных станов. Зарубежные производители не делают различий между машинами данных типов, указывая на их универсальность. Таким образом, машина вторичной очистки может быть использована для получения как продовольственного зерна, так и семенного материала. В отдельных случаях данный тип машин заявляют и для предварительной очистки зернового вороха (фирмы Westrup, Petkus).



**Рисунок 77 – Westrup CC-2000**



**Рисунок 78 – Denis Prive NSD**

Конструкция сепаратора модели NSD фирмы Denis Prive (рисунок 78) позволяет изменять функциональное назначение решет, используя их для выделения при необходимости крупных или мелких примесей.

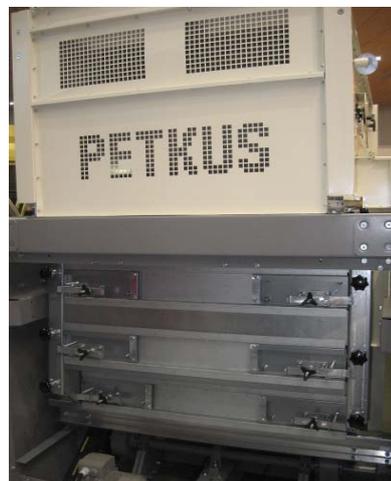
Заслуживает также внимания конструкция центробежного вентилятора машины NSD, оснащенного фланцевым креплением и технологическим люком для очистки рабочего колеса от налипших примесей с целью устранения его дисбаланса.

Новая разработка фирмы Petkus – универсальная зерноочистительная машина A12 (рисунок 79), которая обеспечивает следующую производительность на различных режимах работы: на предварительной очистке – 40 *т/ч*, первичной очистке – 15 *т/ч*, вторичной очистке – 4 *т/ч*.

В отличие от универсальных машин предыдущего поколения (U-40, U-60) в данной разработке отсутствует сдвоенная облицовка пневмосепарационного блока, что упрощает конструкцию машины и снижает ее металлоемкость, кроме того, приводной вал установлен вблизи центра тяжести машины, обеспечивая снижение (в сравнении с аналогами) динамических нагрузок на опорные подшипники и раму. Решетный стан имеет антикоррозийное покрытие, обеспечивающее долговечность эксплуатации (рисунок 80).



**Рисунок 79 – Универсальная зерноочистительная машина Petkus A12**

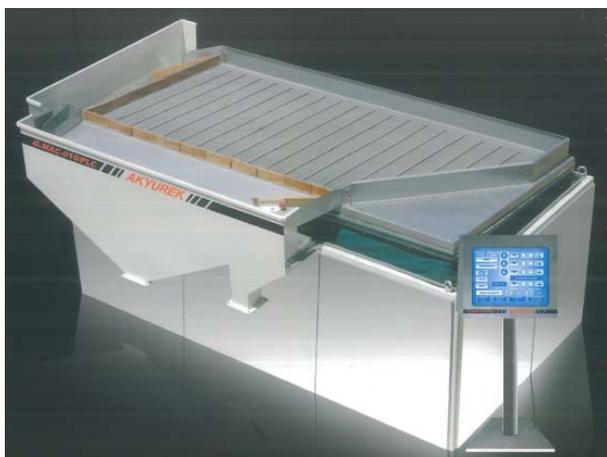


**Рисунок 80 – Решетный стан машины Petkus A12**

Для окончательной обработки семян в поточных технологических линиях применяют пневмосортировальные столы, которые разделяют семенной материал по продуктивным признакам, а также обеспечивают выделение трудноотделимых примесей.

Пневмосортировальные столы, состоящие из деки с воздухопроницаемой поверхностью, аэродинамической системы, механизма вибропривода и приемника фракций, реализуют способ разделения зерна в псевдооживленном слое, образованном вибрациями и воздушным потоком.

На рисунке 81 представлен пневмосортировальный стол фирмы Акюрек нагнетательного действия G.MAC-010/PLC, на рисунке 82 – всасывающего действия T.MAC-009/PLC.



**Рисунок 81 – Пневмосортировальный стол Акюрек G.MAC-010/PLC**



**Рисунок 82 – Пневмосортировальный стол Акюрек T.MAC-009/PLC**

Технический уровень данных пневмосортировальных столов соответствует уровню лучших западноевропейских аналогов. В базовую комплектацию данного оборудования входят загрузочная нория, компенсационный бункер, ленточный транспортер и система аспирации. По желанию заказчика машины могут комплектоваться блоком компьютерного управления, выполняющего настройку и контроль за параметрами оборудования с выводом информации о ходе технологического процесса на экран монитора. Следует отметить, что данное оборудование в 1,5–2 раза дешевле аналога фирмы Cimbrja.

### **Выводы**

1. Послеуборочная обработка зерна и подготовка семенного материала в странах Западной Европы выполняются комплексом машин, включающим сепараторы следующего назначения: предварительной очистки, первичной очистки, универсальные машины, машины окончательной очистки.

В качестве основного сепарирующего рабочего органа машин предварительной очистки преимущественно применяют цилиндрическое решето, в машинах других типов – блок плоских решет, совершающих круговые или возвратно-поступательные движения.

2. При проектировании зерноочистительных машин используются преимущественно болтовые соединения узлов и деталей, что обеспечивает не только технологичность сборки, но и меньшую металлоемкость машин, а также привлекательный внешний вид. Решетные станы сепараторов изготавливают из металла с антикоррозийным покрытием.

3. Анализ конструкций представленных машин для послеуборочной обработки зерна показал, что наиболее высокий уровень автоматизации технологического процесса обеспечен у пневмосортировальных столов. Настройка воздушно-решетных машин на заданные режимы работы выполняется вручную.

4. При разработке универсальной зерноочистительной машины производительностью (в режиме первичной очистки) не менее 50 *т/ч* в качестве аналога может быть использована машина СС-2000 фирмы Westrup.

5. Разработке типоразмерного ряда пневмосортировальных столов для нужд Республики Беларусь на начальном этапе может способствовать организация совместного производства одной из моделей данного вида продукции. В качестве партнера может выступить фирма Akyurek (Турция).