

УДК 631.362.3

НОВЫЙ СПОСОБ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

А. Ф. СКАДОРВА, А. Н. КАРТАШЕВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 17.12.2018)

В повышении качества зернового материала большое значение имеет совершенствование технологий его предварительной очистки и регулирование температурного режима во время хранения, при котором засорение нежелательными примесями может приводить к снижению лёжкости и развитию заболеваний. Поскольку их интенсивность зависит от условий окружающей среды, то если они способствуют активному обмену веществ в клетках – это ведёт к потерям массы зерна и может сопровождаться потерями его качества. Задачи по организации хранения зерна осложняются ещё и тем, что при благоприятных внешних условиях развиваются разнообразные вредители, что приводит к дополнительным потерям зерна. Поэтому необходимо внедрить в хранилищах зерна современные технологии, которые должны обеспечить соответствующую подготовку зерновых ещё перед закладкой на хранение.

Ещё одним показателем при хранении зерна является влагообмен, который между примесями и зерном завершается преимущественно в первые сутки хранения. Поэтому предварительная очистка зерна должна проводиться сразу же после уборки. Эта операция упрощает и улучшает эффект от следующих операций во время хранения. Выделение примесей улучшает сыпучесть зерновой массы и предупреждает появление очагов самосогревания и благоприятных условий для развития вредителей. Зерновой материал, который поступает на послеуборочную обработку, представляет собой смесь полноценного, щуплого и поврежденного зерна основной культуры, семян различных культурных и сорных растений, а также примеси частей растений, соломы, шелухи, колосков, частиц грунта и т.п. В работе изложены способы предварительной очистки зернового материала перед его загрузкой на хранение.

Ключевые слова: очистка, зерновой материал, температурный режим.

In improving the quality of the grain material, it is of great importance to improve the technologies of its pre-cleaning and temperature control during storage, in which pollution with undesirable impurities can lead to a decrease in storage quality and the development of diseases. Since their intensity depends on environmental conditions, then if they promote active metabolism in the cells, this leads to a loss of grain mass and may be accompanied by a loss of its quality. The tasks of organizing grain storage are complicated by the fact that with favorable external conditions, various pests develop, which leads to additional grain losses. Therefore, it is necessary to introduce modern technologies in grain storages, which should ensure the proper preparation of cereals even before they are laid for storage.

Another indicator for grain storage is moisture exchange, which is completed between impurities and grain mainly in the first days of storage. Therefore, pre-cleaning of grain should be carried out immediately after harvesting. This operation simplifies and improves the effect of the following operations during storage. The isolation of impurities improves the flowability of the grain mass and prevents the appearance of hotbeds of self-heating and favorable conditions for the development of pests. Grain material, which goes to the post-harvest treatment, is a mixture of high-grade, frail and damaged grain of the main crop, seeds of various cultivated and weed plants, as well as admixture of plant parts, straw, husk, spikelets, soil particles, etc. The paper outlines the methods of pre-cleaning of grain material before loading it into storage.

Key words: cleaning, grain material, temperature conditions.

Введение

Вопросам очистки зерна и семян посвящены работы В. И. Анискина, А. А. Агеева, Г. И. Креймермана, В. В. Кузнецова, В. Б. Лебедева, А. Н. Пугачёва, Л. Т. Свиридова, И. Г. Строны, А. П. Тарасенко, С. А. Чазова, И. В. Шатохина и др. [1–11]. Установлено, что снижение травмирования зерна достигается за счёт уменьшения количества механических воздействий и фракционирования зернового вороха. Однако при этом недостаточно исследованы различные способы снижения травмирования зерна путём изыскания возможности поточной обработки.

Целью работы является повышение эффективности очистки зерна путём изыскания возможности поточной обработки зернового вороха различной влажности.

В соответствии с поставленной целью в задачи исследования входило: провести анализ способов предварительной очистки зернового материала; на основе выявленных недостатков предложить новый вариант предварительной очистки.

Основная часть

После уборки комбайном зерно содержит примеси (пылевидные компоненты, мелкие сломанные зерна, шелуху, куски соломы и т. д.) в количестве 2–5 %, которые должны быть удалены перед хранением.

Повышенное содержание сорной и зерновой примесей ухудшает сохранность зерновой массы, зерно отдельных участков насыпи отличается по температуре и влажности. Установлено, что в

партиях сухого зерна максимальные значения влажности превышают среднее значение на 1,3 %, в партиях средней сухости и влажного – на 1,7 %, сырого (до 19 % включительно) – на 3,8 %. Разница температур отдельных участков насыпи составляет 3–5 °С [12].

Разделение пылевидных компонентов снижает риск заражения зерна микроорганизмами, клещами и жуками во время хранения.

Основные задачи предварительной очистки зерна [13–17]:

– разделение пылевидных компонентов уменьшает осадку пыли в сушильных установках и складах и, следовательно, предотвращает возгорание;

– отделение влажных листьев и частей стебля сорной растительности во время приёма зерна во многом предотвращает риск заражения микроорганизмами и образование микотоксинов во время хранения зерна;

– отделение пыльных и лёгких компонентов снижают сопротивление потока, что уменьшает потребности в энергии во время вентиляции и сушки зерна. Кроме того, это также снижает риск образования влажных очагов.

Предварительные очистители зерна, доступные в настоящее время на рынке, в основном работают по одному и тому же принципу и имеют ряд существенных недостатков (рис. 1а, б, с) : асимметричная подача зерна; недостаточная эффективность очистки; поток воздуха воздействует только в узком зазоре, так что примеси не подвергаются его воздействию в течение достаточно длительного времени и поэтому недостаточно отделяются от зерна; подача материала в предварительный очиститель может быть непостоянна, поэтому зёрна с диска распределителя выбрасываются с разной скоростью; адаптация к различным типам зёрен, размерам и формам зерна достигается заслонкой, с помощью которой можно регулировать поток воздуха; так как заслонка располагается в труднодоступном месте, поток воздуха не регулируется, что приводит к потере части зерна или неадекватной очистке; поскольку между углом положения заслонки и расходом воздуха нет линейной зависимости, у оператора возникают проблемы установки оптимального расхода воздуха для конкретного типа зерна; регулируя заслонку, поток в циклон становится неравномерным. Это приводит к ухудшению эффективности разделения.

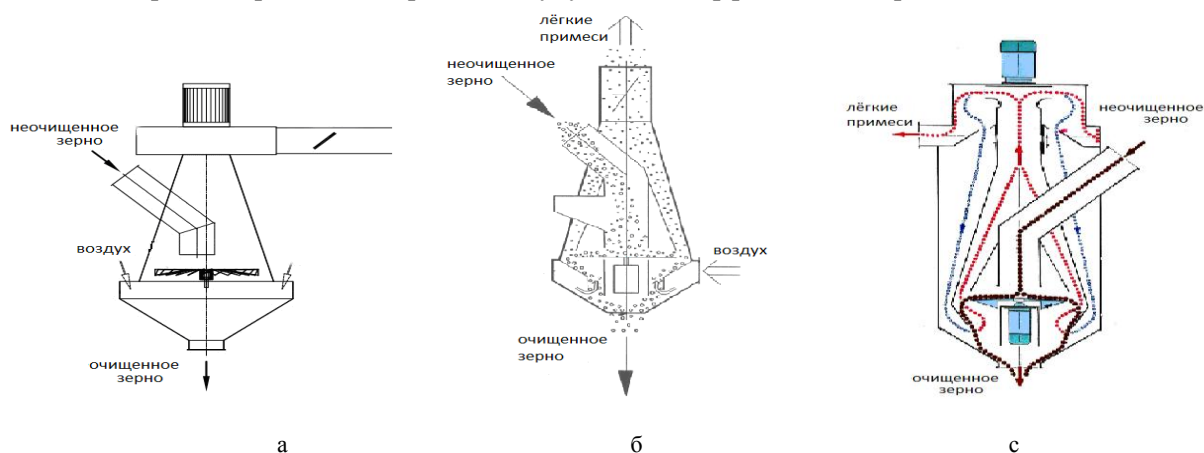


Рис. 1. Схемы работы очистителей зерна различных фирм: а – Neupro, Gruber; б – Pulco, Damas; с – Zuther

Основным недостатком зерноочистительной машины «Алмаз» российского производителя «Алмазсельмаш», принцип работы которой основан на аэродинамических свойствах подаваемого материала, является её большие габариты и в 3 раза большее энергопотребление при сравнении по производительности с зарубежными аналогами.

Гравитационный сепаратор «Золушка» российского производства имеет максимальную производительность в 2,4 т/ч, что удовлетворяет потребностям только мелких фермерских хозяйств.

Учитывая имеющиеся недостатки существующих конструкций, фирмой **Ambros Schmelzer & Sohn GmbH & Co.KG** был разработан сепаратор для предварительной очистки зерна, который сочетает в себе основные требования к очистке на данном этапе.

При разработке Z-сепаратора фирмы Schmelzer были учтены особенности воздушной очистки зерна, отличающиеся тем, что неочищенное зерно поступает сверху, а поток воздуха, протекающий в противоположном направлении, оттягивает лёгкие примеси, такие как мелкая солома, шелуха и пыль (рис. 2).

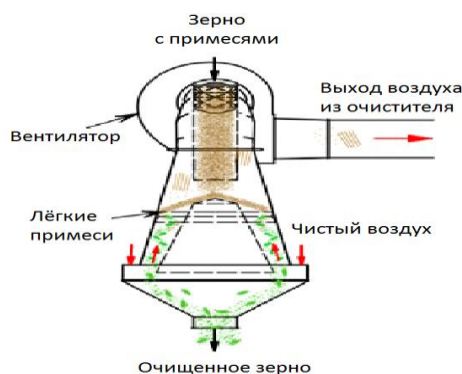


Рис. 2. Принцип работы сепаратора фирмы Schmelzer

Принцип работы данного сепаратора следующий. Исходное неочищенное зерно подается в верхнюю часть сепаратора, откуда оно падает на центральную распределительную часть и распределяется по окружности. Далее зерно под действием сил тяжести проходит через зигзагообразный фильтр, который выполнен симметричным вокруг собственной оси. Подсоединенный вентилятор работает на всасывающем режиме и служит для обеспечения аэродинамической очистки зернового материала. Чистый воздух всасывается через боковой зазор в корпусе сепаратора, встречается с поступающим сверху вниз потоком зерна в зигзагообразном фильтре, захватывает легкие примеси, скорость витания которых меньше скорости витания очищаемого материала. Отработанный воздух очищается от отделенных от зерна примесей в аэроциклоне. Для регулировки скорости витания в конструкции предусмотрены регулировочный клапан и установка преобразователя частоты.

Отличительной особенностью Z-сепаратора является зигзагообразный фильтр, который выполнен симметричным вокруг собственной оси. Каждая секция фильтра формирует свою собственную стадию разделения вращающегося потока зерна. Вращательное движение подаваемая масса зерна приобретает при прохождении наклонно расположенных пластин в верхней подающей части сепаратора. Это сделано для обеспечения равномерной подачи материала на разделительную часть. Производительность данного сепаратора может варьироваться от 60 до 120 тонн в час в зависимости от выбранной модификации. Другим важным преимуществом конструкции является отсутствие подвижных частей, что повышает ее надежность. Этот инновационный принцип уже получил серебряную медаль сельскохозяйственной выставки AgriTechnica в 2013 г. в Германии.

Общий вид сепаратора представлен на рис. 3. Сепаратор в комплекте с циклоном устанавливают, как правило, снаружи склада для удобства подачи в него свежесобранного зерна. При необходимости перед подачей в сепаратор может устанавливаться зерновой тормоз прямолинейного действия, который будет замедлять подачу зернового материала.



Рис. 3. Z-сепаратор в работе со шнеком и циклоном

В теории очистки зернового материала воздушным потоком существует три режима: подача воздуха недостаточна, чтобы производить качественную очистку; подача воздуха достаточна, чтобы увлекать с собой примеси без увлечения зернового материала; подача воздуха превышена, что приведет к увлечению с собой неповрежденных зёрен.

Обеспечение оптимальных условий очистки обеспечивается индивидуальной настройкой сепаратора в условиях конкретного хозяйства. Существенной характеристикой здесь является скорость воздуха. Этот факт может быть прояснен характеристикой процесса аэрации зерновых культур, например, пшеницы на сепараторе (рис. 4) [8].

По оси ординат на этой диаграмме приведена потеря массы в процентах. Скорость воздуха отображается по оси абсцисс, которая связана с определенной скоростью подачи зернового материала в сепаратор. На диаграмме видно, что, например, при скорости воздушного потока в 5,3 м/с почти вся шелуха и лёгкие загрязнения удаляются. Однако при этой скорости уже около 1 % хороших и неповрежденных зерен и 45 % поврежденного зерна увлекаются вместе с воздухом. При производительности установки в 80 т/ч это соответствует потере более 100 евро в час.

Из этого следует, что настройку сепаратора следует всегда адаптировать к урожайности различных зерновых культур, размерам и массе их зерен, засоренности очищаемого потока и т.д. На процесс сепарации влияют также такие факторы, как место подачи материала, зона разделения и, наконец, динамические характеристики воздушного потока.

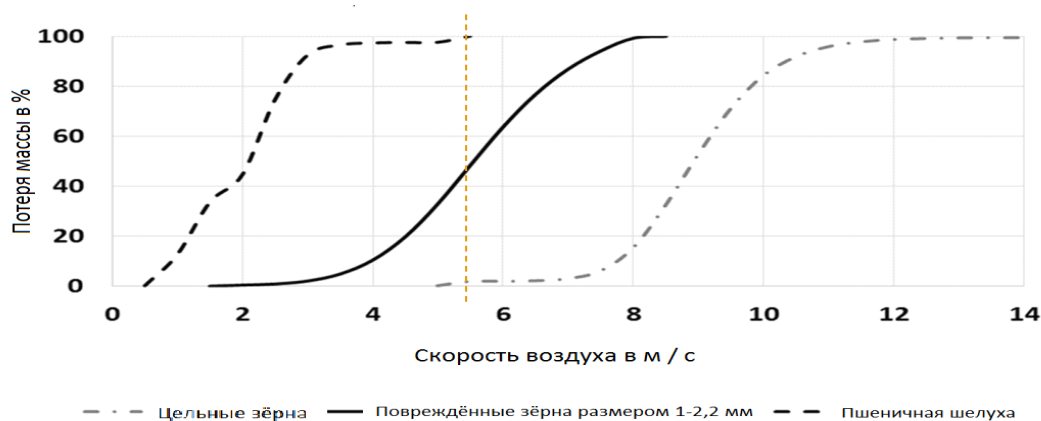


Рис. 4. Графическая характеристика процесса аэрации зерновых на Z-сепараторе фирмы Schmelzer

Полевые испытания в 2016 г. показали, что Z-сепаратор ZZ80 очищает более 83 % отделяемой пыли и шелухи при производительности 80 т/ч пшеницы. При снижении пропускной способности разделение примесей улучшается.

Заключение

Предварительный очиститель зернового материала фирмы Schmelzer позволяет исключить имеющиеся недостатки очистителей других фирм за счёт большей площади контакта зернового материала с воздухом при прохождении через зигзагообразный фильтр, симметричной подачи материала и отсутствии подвижных частей.

Проведённые исследования показали, что оптимальная производительность Z-сепаратора достигается при обеспечении подачи 80 т/ч зернового материала, что позволяет достигать 83% очистки от пыли и шелухи.

Применяемая инновационная технология очистки позволяет получить экономический эффект не только благодаря повышению сохранности очищаемого материала, но и за счёт снижения затрат на техническое обслуживание и повышение ресурса работы сепаратора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анискин, В. И. Механизация послеуборочной обработки зерна и подготовки семян / В. И. Анискин, В. П. Елизаров, А. Н. Зюлин // Техника в сельском хозяйстве. – 1999. – № 6. – С. 43–46.
2. Агеев, А. А. Снижение травмирования семян при зерноочистке / А. А. Агеев // Вклад молодых ученых в развитие аграрной науки в начале XXI века / Воронежский ГАУ. – 2003. – 197–198 с.
3. Креймерман, Г. И. Повреждаемость семян пшеницы при перемещении в самотечных трубах / Г. И. Креймерман, В. Б. Лебедев // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1971. – №2. – С. 19–22.
4. КУЗНЕЦОВ, В. В. Оптимизация зерновых потоков при послеуборочной обработке / В. В. Кузнецов, А. Г. БУХОВЕЦ, А. В. Шмидт. – Воронеж, 200 – 131 с.
5. ЛЕБЕДЕВ, В. Б. Обработка и хранение семян / В. Б. Лебедев. — М.: Колос, 1983. – 208 с.
6. ПУГАЧЕВ, А. Н. Повреждение зерна машинами / А. Н. Пугачев. – М.: 1976. – 320 с.
7. СВИРИДОВ, Л. Т. Сортирование лесных семян / Л. Т. Свиридов. – Воронеж, 2002. – 298 с.
8. ТАРАСЕНКО, А. П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян / А. П. Тарасенко. — М.: Колос, 2008. – 232 с.
9. ЧАЗОВА, С. А. Пути снижения травмирования зерна и приемы повышения качества поврежденных семян / С. А. ЧАЗОВ, И. П. Муромцева, В. А. Федорова // Биология и технология. – Харьков, 1974. – С. 135–1391.
10. ШАТОХИН, И. В. Способы снижения травмирования зерна нориями / И. В. Шатохин // Бюллетень научных работ. Белгород, 2006. – С. 65 – 66.
11. Павлов, П. И. Физико-механические свойства сельскохозяйственных грузов. [Текст] / П. И. Павлов, Е. Е. Демин, О. В. Шок. – Саратов, 2006 – 130 с.
12. Тарасенко, А. П. Снижение затрат энергии при послеуборочной обработке зерна / А. П. Тарасенко, М. Э. Мергалова // Энергосбережение в сельском хозяйстве: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. – М., 1998. – С. 99–100.
13. Стрелков, А. А. Обоснование параметров гравитационной машины первичной очистки зерна: дисс... канд. техн. наук / А. А. Стрелков. – М., 2002. – 134 с.
14. Проценко, Г. И. Вентиляционные и пневмотранспортные установки зерноперерабатывающих предприятий:

учебное пособие. [Текст] / Г. И. Проценко, В. А. Анфалов. – М.: «Издательство ПРИОР», 2000. – С. 96.

15. Павлов, П. И., Овчинникова, Т. В. Теоретическое исследование выде ления примесей пыли из зерна подачей воздушного потока в выгрузной шнек [Текст] / Новые технологии и технические средства в АПК: Материалы Международной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора В. В.Красникова / П. И. Павлов, Т. В. Овчинникова. – Саратов, «Буква», 2013. – С. 143–145.

16. Wild, Dominik. Neue Wege bei der Vorreinigung. Mühle + Mischfutter 155. Jahrgang, Heft 3. 1 Februar 2018.