

АЛДОШИН НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, докт. техн. наук

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Рассмотрен технологический процесс работы воздушно-решетной очистки зерноуборочного комбайна. Произведена оценка соломиисто-зерновых потоков, поступающих на очистку в виде вороха. Показаны пути разделения вороха на зерно и незерновую часть. Для совершенствования работы очистки зерноуборочного комбайна предложен ряд конструкторских решений, позволяющих интенсифицировать процесс разделения на фракции соломиисто-зернового вороха. Так, изменена конструкция стрясной доски, где выполнено наложение высокочастотных колебаний, создаваемых вибратором, на ее подвижную заднюю часть. Это позволяет повысить разделение вороха на зерновую и незерновую части. Для выделения мелких сорных примесей в систему очистки устанавливается дополнительное мелкоячеистое решето между нижним решетом и наклонным днищем. Зерно, оказываясь на этом решете, скатывается по нему и попадает к зерновому шнеку, а мелкие примеси проходят сквозь решето. Для того чтобы удалить эти примеси из системы очистки, на нижнем конце наклонного днища устанавливается шлюзовой затвор. Такая конструкция системы очистки позволяет получать более чистое зерно в бункере комбайна, что приведет к уменьшению энергозатрат на его послеуборочную обработку.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, система очистки, стрясная доска, зерновой ворох, решето, шлюзовой затвор.

Введение. Воздушно-решетная очистка зерноуборочного комбайна предназначена для разделения мелкого зернового вороха на две основные фракции: зерно и соломистые примеси. Ворох, попадающий на очистку, представляет собой многокомпонентную смесь и состоит из зерна, сбиины (перебитые соломистые частицы длиной 10...100 мм), половы (колосовые чешуйки, частицы листьев, внутренние и внешние цветковые пленки), семян сорняков и неорганического сора.

Конструктивно воздушно-решетные системы очистки достаточно хорошо отработаны на практике и удачно вписываются в существующие технологические схемы молотилок зерноуборочных комбайнов. Система очистки состоит из стрясной доски для транспортирования зернового вороха, решетного стана, состоящего, как правило, из двух регулируемых решет (верхнего с удлинителем и нижнего), вентилятора и двух шнеков для перемещения очищенного зерна в бункер и колосьев на повторный обмолот. В конце стрясной доски установлены пальцы для поддержания соломистых частиц [1, 2].

Рассмотрим технологический процесс работы системы очистки комбайна. На очистку комбайна поступает ворох тремя потоками: первый – через решетку подбарабannya молотильно-сепарирующего устройства, второй – из соломотряса и третий – из колосодолачивающего устройства.

Первый поток содержит до 90% зерна, остальное составляет солома и сбиина. Во втором потоке содержится до 50% соломистых примесей. Фракционный состав третьего потока вороха должен контролироваться, чтобы не допустить многократной циркуляции необмолоченных колосьев по системе очистки (при правильно выбранных настройках в потоке вороха должно быть не более 3...5% свободного зерна). Зерновой ворох тремя потоками попадает на стрясную доску. Стрясная доска совершает колебательное движение с подбрасыванием вороха в сторону решета. При этом происходит перемещение вороха и одновременное его расслаивание на два основных слоя: верхний соломистый имеет малую плотность; нижний представляет собой смесь зерна, тяжелых неорганических примесей и необмолоченных колосьев. Однако одновременно с расслаиванием происходит и обратный процесс смешивания, но первый все же преобладает. В конце стрясной доски частично разделенный на два слоя ворох попадает на пальцы, где нижний слой, обогащенный зерном и другими мелкими тяжелыми частицами, просыпается вниз на решетный стан, а верхний соломистый слой перемещается по пальцам и подхватывается воздушным потоком от вентилятора [3, 4].

Со стрясной доски ворох попадает на начало верхнего решета, подбрасывается вверх и под дей-

ствием воздушного потока разделяется на составные части. Легкие соломистые частицы и солома поднимаются воздушным потоком вверх, а тяжелые частицы (зерно и колосья) падают на жалюзийную поверхность решета. Зазоры в решетках настраивают таким образом, чтобы зерно проходило сквозь них, а соломистые частицы и колосья сходили по поверхности решет. В конце верхнего решета под небольшим углом к нему находится удлинитель верхнего решета. Зазор в створках жалюзи удлинителя позволяет проходить сквозь него недомолоченным колосьям к колосовому шнеку, который отправляет колосья на повторный обмолот. Легкие частицы (сбоина и солома) воздушным потоком выносятся из системы очистки. Зерно, прошедшее сквозь верхнее и нижнее решета, просыпается на наклонное днище, попадает к зерновому шнеку и отправляется в бункер [5].

Воздушно-решетная очистка может эффективно работать при уборке различных культур благодаря плавно изменяемым регулировкам: скорость воздушного потока, зазоры в верхнем и нижнем решетках и удлинителе, угол установки удлинителя.

Система очистки производит разделение вороха одновременно по нескольким параметрам: размер частиц, скорость витания частиц в воздушном потоке, коэффициент трения (сцепления) частиц.

Цель исследования – показать пути повышения эффективности работы очистки зерноуборочного комбайна.

Материал и методы. В системе очистки многих зерноуборочных комбайнов используется решетный стан, содержащий раму, совершающую колебательное движение, в которой на параллель-

ных осях последовательно установлены поворотные пластины – створки жалюзи с двумя рабочими поверхностями, расположенными по сторонам от оси поворота. Нижняя рабочая поверхность, называемая «юбкой», выполняет функцию отбора части воздушного потока от общего, выдаваемого вентилятором, и его направления вдоль поверхности створки вверх на ворох сепарируемой обмолоченной массы. Верхняя рабочая поверхность имеет гребневой профиль или гребенку по продольному краю.

Как отмечалось ранее, зерновой ворох попадает в систему очистки тремя потоками: I – от молотильно-сепарирующего устройства; II – из домолачивающего устройства; III – из соломотряса. И если поток I поступает на стрясную доску в ее начале и, перемещаясь по всей ее длине, расслаивается (нижний слой обогащен зерном, верхний в основном состоит из соломистых частиц), то потоки вороха II и III попадают на заднюю часть стрясной доски, где происходит смешивание слоев уже подготовленного вороха. В результате это приводит к увеличению загруженности передней части верхнего решета очистки соломы и сбиной, что снижает эффективность процесса очистки и увеличивает потери зерна. Возникает задача более интенсивного перераспределения по плотности на задней части стрясной доски в зоне поступления мелкого вороха из домолачивающего устройства и соломотряса [5].

Результаты. Решить поставленную задачу возможно наложением высокочастотных колебаний на подвижную заднюю часть стрясной доски. Схема предлагаемой конструкции представлена на рисунке 1 [6].

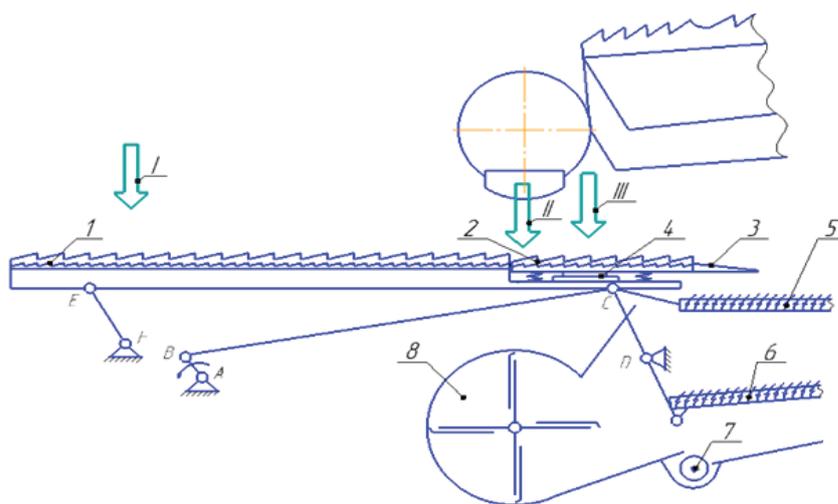


Рис. 1. Схема устройства системы очистки комбайна с подвижной задней частью стрясной доски:
 1 – передняя часть стрясной доски; 2 – задняя подвижная часть стрясной доски;
 3 – пальцевый удлинитель стрясной доски; 4 – вибратор; 5 – верхнее жалюзийное решето;
 6 – нижнее жалюзийное решето; 7 – зерновой шнек; 8 – вентилятор;
 I, II и III – потоки зернового вороха соответственно из молотильно-сепарирующего устройства, домолачивающего устройства и соломотряса

Работает устройство следующим образом. Основной поток зернового вороха I от молотильно-сепарирующего устройства поступает на переднюю часть транспортной доски 1, где за счет встряхивания происходит разделение по плотности (внизу зерно, наверху солома и сбоина). Полученная разделенная на слои смесь движется к задней части транспортной доски 2, где на подготовленный ворох поступает неподготовленный мелкий ворох из домолачивающего устройства II и соломотряса III. Для интенсификации перераспределения компонентов вороха по слоям кроме основных колебаний, сообщаемых вороху от всей стрясной доски, воздействуют еще и высокочастотные колебания от задней части 2 стрясной доски, создаваемые вибратором 4. После готовая смесь поступает на пальцевую гребенку 3, сквозь которую просыпается слой зерна из нижней части общего потока мелкого вороха на верхнее жалюзийное решето 5, затем нижнее жалюзийное решето 6 и далее – в зерновой шнек 7. Соломистые частицы и солома движутся по пальцевой гребенке 3 дальше и, попадая под действие воздушного потока, создаваемого вентилятором 8, удаляются из очистки зерноуборочного комбайна, разгружая переднюю часть верхнего решета. Это позволяет повысить эффективность работы системы очистки и снизить потери зерна.

Существенным недостатком в работе воздушно-решетной системы очистки является невозмож-

ность отделения мелких сорных примесей, которые обладают скоростью витания, сопоставимой со скоростью витания зерна. При уборке зерновых культур это минеральные примеси, к которым можно отнести мелкие камни, песчинки, пыль. В целом их содержание невелико, и это практически не отражается на выполнении агротехнических требований к чистоте бункерного зерна. Однако наличие минеральных примесей в зерне снижает его товарность, увеличивает загрузку машин послеуборочной обработки и представляет значительную проблему для пищевой промышленности (в частности, мукомольных предприятий). Опыт уборки белого люпина показал, что система очистки зерноуборочного комбайна не в состоянии отделить остатки створок боба, которые вместе с зерном поступают в бункер. Фактически агротехнические требования по чистоте бункерного зерна при уборке белого люпина не выполняются.

Эту проблему можно решить за счет изменения конструкции системы очистки. В систему очистки устанавливается дополнительное мелкоячеистое решето между нижним решето и наклонным днищем. Зерно, оказываясь на этом решете, скатывается по нему и попадает к зерновому шнеку, а мелкие примеси проходят сквозь решето. Для того чтобы удалить эти примеси из системы очистки, на нижнем конце наклонного днища устанавливается шлюзовой затвор [7] (рис. 2).

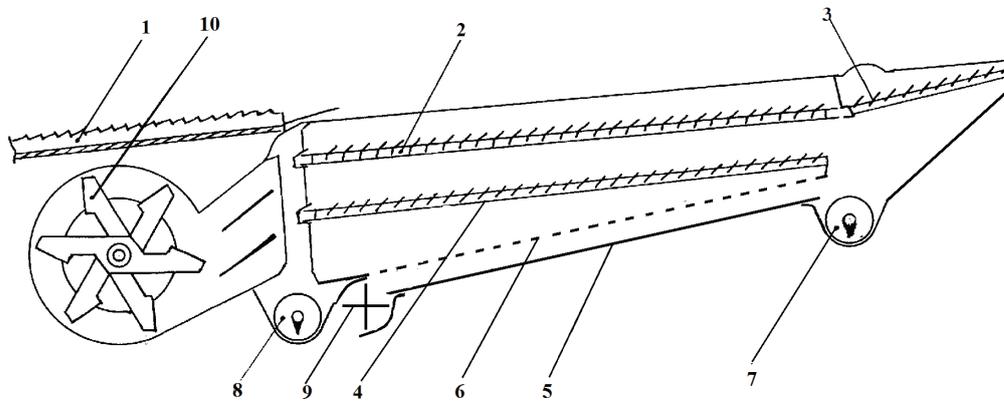


Рис. 2. Устройство системы очистки с дополнительным мелкоячеистым решето:
 1 – стрясная доска; 2 – верхнее решето; 3 – удлинитель верхнего решета; 4 – нижнее решето;
 5 – наклонное днище; 6 – мелкоячеистое решето; 7 – колосовой шнек; 8 – зерновой шнек;
 9 – шлюзовой затвор; 10 – вентилятор

Работает предлагаемое устройство следующим образом. Зерновой мелкий ворох поступает на стрясную доску 1, где происходит разрыхление и расслоение частиц вороха по плотности. Подготовленный ворох поступает на верхнее жалюзийное решето 2, на котором происходит сепарация основной массы зерна, частей колосков (бобов) и частиц примесей, имеющих критическую скорость витания, близкую к зернам убираемой культуры (влажные семена сорняков при прямом комбайнировании). Крупные

примеси и мелкая составляющая вороха, имеющая критическую скорость витания, меньшую, чем у зерна убираемой культуры, удаляются воздушным потоком, создаваемым вентилятором 10, за пределы комбайна. На удлинителе верхнего решета 3 происходит улавливание оставшихся недомолоченных колосков (бобов). Нижнее жалюзийное решето 4 разделяет прошедшую через верхнее жалюзийное решето составляющую зернового вороха на недомолоченные колоски (бобы), идущие

в колосовой шнек 7, и основное зерно с мелкими сорными примесями, не выдуваемыми воздушным потоком. Этот ворох падает на дополнительное мелкоячеистое решето 6, где разделяется на чистое зерно, сходящее в зерновой шнек 8, и мелкие примеси, падающие на наклонное днище 5. Затем мелкие примеси перемещаются по наклонному днищу в его нижнюю часть и удаляются из системы очистки с помощью шлюзового затвора 9.

Выводы

1. Установка дополнительного мелкоячеистого решета между нижним решетом и наклонным днищем системы очистки со шлюзовым затвором на нижнем конце наклонного днища позволяет удалять мелкие примеси из очищаемого зерна. Такая конструкция системы очистки дает возможность получать более чистое зерно в бункере комбайна.

2. Установка дополнительного решета над наклонным днищем и шлюзового затвора на нижнем конце наклонного днища позволяет улучшить качество очистки зерна и, кроме того, уменьшить энергозатраты на его послеуборочную обработку.

Библиографический список

1. Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Резниченко И.А., Гиевский А.М., Сундеев А.А., Милованов В.В. Улучшение качества зернового вороха

при уборке // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. № 2 (9). С. 45-47.

2. Бердышев В.Е., Ломакин С.Г., Шевцов А.В. Влияние типа дек на качество работы аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системы // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2015. № 1. С. 20-24.

3. Aldoshin N. Methods of harvesting of mixed crops. Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016. Part 1. Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering. P. 26-32.

4. Алдошин Н.В. Анализ технологических процессов в растениеводстве // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 1. С. 34-36.

5. Сельскохозяйственные машины / Н.В. Алдошин, И.В. Горбачев, А.А. Золотов, С.Г. Ломакин, А.А. Манохина, А.И. Панов, В.И. Пляка, С.В. Щиголов. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 149 с.

6. Очистка зерноуборочного комбайна: Патент РФ № 172994, МПК А01F 12/44, МПК А01D41/12 / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.И. Панов, А.А. Манохина, А.М. Воронов, Н.А. Лылин, Б.В. Пылаев. Оpubл. 03.08.2017. Бюл. № 22.

7. Очистка зерноуборочного комбайна: Патент РФ № 162756 / В.М. Лукомец, Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, А.М. Воронов, Н.А. Лылин, М.А. Мосяков. Оpubл. 27.06.2016. Бюл. № 18.

Статья поступила 31.10.2017

WAYS OF IMPROVING GRAIN CLEANING IN COMBINE HARVESTER

NIKOLAI V. ALDOSHIN, DSc (Eng)

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, Russian Federation

The paper outlines technological process of air-screen cleaning in a combine harvester. The author gives account of straw-grain flows supplied for cleaning in the form of a heap. The ways of dividing the heap into grain and the non-grain part are shown, in particular. To improve the cleaning process in a combine harvester, a number of design solutions have been proposed, which makes it possible to intensify the process of dividing straw-grain heaps into fractions. So, the design of the shuttle board has been changed, where high-frequency oscillations made by the vibrator are superimposed on its movable rear part. This provides for an increased heap division into grain and non-grain parts. To isolate small impurities, an additional fine-mesh sieve is installed in the cleaning system between the lower sieve and the inclined bottom. Grain falls on this sieve and slides over it to get to the grain auger, while fine impurities pass through the sieve. In order to remove these impurities from the cleaning system, a sluice gate is installed at the lower end of the inclined bottom. Such a design of the cleaning system allows obtaining cleaner grain in the combine harvester, which will result in reduced energy consumption in its post-harvest processing.

Key words: combine harvester, cleaning system, board, grain heap, sieve, sluice lock.

References

1. Tarasenko A.P., Orobinskiy V.I., Reznichenko I.A., Giyeveskiy A.M., Sundeyev A.A., Milova-

nov V.V. Uluchsheniye kachestva zernovogo vorokha pri uborke [Improvement of the grain heap quality during harvesting]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2009. No. 2 (9). Pp. 45-47. (in Rus.)

2. Berdyshev V. Ye., Lomakin S.G., Shevtsov A.V. Vliyaniye tipa dek na kachestvo raboty aksial'no-rotornoy molotil'no-separiruyushchey sistemy [Influence of the deck type on the quality of an axial-flow threshing-and-separating system]. *Vestnik MGAU imeni V.P. Goryachkina*. 2015. No. 1. Pp. 20-24. (in Rus.)

3. Aldoshin N. Methods of harvesting mixed crops. Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016. Part 1. Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering. Pp. 26-32.

4. Aldoshin N.V. Analiz tekhnologicheskikh protsessov v rasteniyevodstve [Analysis of technological processes in crop production]. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2008. No. 1. Pp. 34-36. (in Rus.)

5. Aldoshin N.V., Gorbachev I.V., Zolotov A.A., Lomakin S.G., Manokhina A.A., Panov A.I., Plya-

ka V.I., Shchigolev S.V. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny [Agricultural Machinery]. Moscow, Izd-vo RGAU-MSKhA, 2014. 149 p. (in Rus.)

6. Aldoshin N.V., Zolotov A.A., Panov A.I., Manokhina A.A., Voronov A.M., Lylin N.A., Pylayev B.V. Ochistka zernouborochnogo kombayna [Cleaning process in a combine harvester]: RF Patent No. 172994, MPK A01F 12/44, MPK A01D41/12. Publ. on 03.08.2017. Bul. No. 22. (in Rus.)

7. Lukomets V.M., Aldoshin N.V., Zolotov A.A., Tsygutkin A.S., Voronov A.M., Lylin N.A., Mosyakov M.A. Ochistka zernouborochnogo kombayna [Cleaning process in a combine harvester]: RF Patent No. 162756. Published on 27.06.2016. Bul. No. 18. (in Rus.)

The paper was received on October 31, 2017

УДК 631.22.013

DOI 10.26897/1728-7936-2017-6-47-52

ИВАНОВ ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, докт. техн. наук, доцент

E-mail: iy.electro@mail.ru

ВОРОБЬЕВ ВИКТОР АНДРЕЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: tatiana49@mail.ru

ПОНИЗОВКИН ДМИТРИЙ АНДРЕЕВИЧ, канд. техн. наук

E-mail: ponizovkin.d@gmail.com

БОРУЛЬКО ВЯЧЕСЛАВ ГРИГОРЬЕВИЧ, канд. техн. наук

E-mail: v.borulko@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА КОРОВ В ТЕПЛОЕ ВРЕМЯ ГОДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОЧИСТКИ КОЖНОГО ПОКРОВА

Представлены результаты исследований, направленных на снижение тепловых стрессов у коров, возникающих при температурах выше 25 градуса Цельсия, путем повышения интенсивности теплообмена животного с окружающей средой в теплый период года за счет уменьшения загрязнения кожного покрова при различных способах очистки. Методика исследования основана на бесконтактном измерении температуры кожного покрова коров на выбранных участках тела после различных способов очистки. У животных выбираются по три участка кожного покрова (15 на 15 кв. см) на боковой поверхности туловища: участок 1 – контрольная зона (не очищается); участок 2 – зона сухой очистки; участок 3 – зона влажной очистки. Участки кожи имеют одинаковую площадь. На всех трех участках кожного покрова перед очисткой проводятся замеры температуры с использованием пирометра. Исследование проводилось в помещении при температуре воздуха окружающей среды 25,4 градуса Цельсия, атмосферном давлении 746 мм рт. ст., относительной влажности воздуха 59,6%, скорости воздуха 0,2 м/с, воздействие прямых солнечных лучей на кожный покров отсутствовало. Установлено, что в результате влажной очистки участок кожного покрова имеет температуру в среднем на 4,17 градуса Цельсия ниже, чем неочищенный участок, тогда как после сухой очистки разница между очищенным и контрольным