

ТЕХНОЛОГИЯ СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА НА ВИБРАЦИОННОЙ МАШИНЕ*

V.N. Nevzorov, D.A. Koch, Zh.A. Koch,
D.V. Salykhov, N.I. Chepelev

THE TECHNOLOGY OF GRAIN SEPARATION BY VIBRATION CAR

Невзоров В.Н. – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. технологии, оборудования бродильных пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: nevzorov1945@mail.ru

Кох Д.А. – канд. техн. наук, доц. каф. технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dekoch@mail.ru

Кох Ж.А. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии, оборудования бродильных пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: jannetta-83@mail.ru

Салыхов Д.В. – асп. каф. технологии, оборудования бродильных пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: nevzorov1945@mail.ru

Чепелев Н.И. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. безопасности жизнедеятельности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Nevzorov V.N. – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Technology, Equipment of Fermentative and Food Production, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: nevzorov1945@mail.ru

Koch D.A. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Baking, Confectionery and Macaroni Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: dekoch@mail.ru

Koch Zh.A. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology, Equipment of Fermentative and Food Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: jannetta-83@mail.ru

Salykhov D.V. – Post-Graduate Student, Chair of Technology, Equipment of Fermentative and Food Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: nevzorov1945@mail.ru

Chepelev N.I. – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Health and Safety, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Предварительная очистка зерна в зерновых сепараторах является одной из важнейших технологических операций его послеуборочной обработки в системе подготовки зерна к хранению. Отдельные примеси в партиях зерна имеют более высокую влажность (в 1,5 раза больше), чем само зерно. К тому же, их часто поражают микроорганизмы. Это приводит к более быстрому согреванию загрязненных партий зерна и, как следствие, росту его потерь. Кроме того, примеси приводят к образованию уплотненных слоев в штабеле зерна, которое при недостаточной вентиляции быстро портится. Цель исследования – совершенствование технологии сепарации зерна на зерноочистительных машинах с использованием вибрации в механических системах. Исследование осуществлялось методами организации патентных исследований по российским и международным информационным базам, запатентованным конструктивным решениям вибрационной очистки зерна, результатами исследования являлась разработка новой конструкции виброцентробежной машины с высокой

производительностью и качественной очисткой зерна. Виброцентробежная машина позволяет работать при выключенном приводе круговых движений, что целесообразно при сепарации легкоразделимых зерновых смесей. Применение заявляемой машины обеспечивает повышение качества процесса сепарации за счет улучшения расслоения сыпучего слоя и повышения просеиваемости проходных частиц через поверхность перфорированного барабана и конусного сита. Предлагаемая виброцентробежная машина поможет решить задачу устойчивого и эффективного разделения различных зерновых материалов. Проводились лабораторные испытания опытного образца виброцентробежной машины на первичном режиме очистки зерна ячменя, которые показали, что чистота, т. е. содержание семян основной культуры при исходном материале 86,7 % можно довести: товарного (фракция 2) – до 99,23 %, товарного (фракция 3) – до 98,41 %, фуражного (фракция 4) – до 94,65 %. Виброцентробежная машина производит очистку вороха зерна с качеством, удовле-

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта № 17-12-24004.

творяющим требованиям ГОСТов. Техническая ее новизна защищена патентом Российской Федерации № 166452.

Ключевые слова: сепарация, виброцентробежная машина, просеиватель, зерновая масса.

Preliminary purification of grain in grain separators is one of the most important technological operations of its postharvest processing in the system of preparation of grain for storage. Separate impurity in consignments of grain have higher humidity (1.5 times more), than grain. Besides, they are often struck by microorganisms. It leads to faster warming of polluted consignments of grain and, as a result, to the growth of its losses. Besides, the impurity leads to the formation of condensed layers in the stack of grain which at insufficient ventilation quickly spoils. The research objective was the improvement of technology of separation of grain by grain-cleaning cars by using vibration in mechanical systems. The research was carried out by the methods of the organization of patent researches on Russian and international information bases, to patented constructive solutions of vibration purification of grain, the result of the research was the development of a new design of vibrocentrifugal car with high efficiency and high-quality purification of grain. Vibrocentrifugal car allows working at switched-off drive of roundabouts that is expedient at separation of easily separable grain mixes. Using declared car provides the improvement of the quality of the process of separation due to the improvement of stratification of a loose layer and increase of sifting of running particles through the surface of punched drum and conical sieve. The offered vibrocentrifugal car will help to solve the problem of steady and effective division of various grain materials. Laboratory researches of the prototype of vibrocentrifugal car on primary mode of purification of grain of barley showed that the purity, i.e. the maintenance of seeds of the main culture at initial material equal to 86.7 % was possible to finish: to commodity (fraction 2) to 99.23 %, commodity (fraction 3) to 98.41 %, fodder (fraction 4) to 94.65 %. The vibrocentrifugal car makes cleaning of lots of grain with quality meeting the requirements of state standard specifications. Its technical novelty is protected by the patent of the Russian Federation No. 166452.

Keywords: separation, vibrocentrifugal car, sifter, grain weight.

Введение. Перед организациями и предприятиями системы министерства заготовок стоит очень важная и ответственная задача – обеспечить полную сохранность закупленного государством зерна. Для успешного решения этой задачи хлебоприемные предприятия должны иметь техническую и энергетическую базу, способную обеспечить очистку и просушку поступающего зерна без потерь в течение одного месяца и разместить максимальное количе-

ство зерна в зернохранилищах, оборудованных комплексной механизацией для обработки зерна в потоке. Технологический процесс обработки зерна на хлебоприемных предприятиях предусматривает доведение его до установленных стандартами кондиций в зависимости от назначения. Процесс должен быть организован на базе применения технологических линий, обеспечивающих поточное механизированное проведение всех операций с зерном [1, 2].

Цель исследования: совершенствование технологии сепарации зерна на зерноочистительных машинах с использованием вибрации в механических системах.

Методы и результаты исследования. Исследование осуществлялось методами организации патентных изысканий по российским и международным информационным базам, запатентованным конструктивным решениям вибрационной очистки зерна, результатами исследования явилась разработка новой конструкции виброцентробежной машины с высокой производительностью и качественной очисткой зерна.

Свежеубранное зерно (зерновой ворох) поступает на приемные и перерабатывающие предприятия с примесями – зерном неосновной культуры, частицами соломы и колосьев, половой, семенами сорняков, песком, комочками почвы и т. п. Примеси ухудшают качество продовольственного и семенного материала, затрудняют его хранение. Несвоевременная и некачественная очистка семенного материала приводит к повышению его влажности, самосогреванию, плесени, ухудшению посевных и товарных качеств. При переработке на готовую продукцию зерно дополнительно очищают от примесей и сортируют по размерам (крупности) на фракции [2, 3].

Предварительная очистка зерна в зерновых сепараторах является одной из важнейших технологических операций его послеуборочной обработки в системе подготовки зерна к хранению. После сбора и выделения из вороха зерновой материал представляет собой смесь зерна основной культуры и до 15 % зерновых примесей – поврежденного и незрелого зерна, более уязвимого к воздействию вредных организмов, посторонних культурных растений, сорняков, а также различных примесей минерального и органического происхождения. Отдельные примеси в партиях зерна имеют более высокую влажность (в 1,5 раза больше), чем само зерно. К тому же, их часто поражают микроорганизмы. Это приводит к более быстрому согреванию загрязненных партий зерна и, как следствие, росту его потерь. Кроме того, примеси приводят к образованию уплотненных слоев в штабеле зерна, которое при недостаточной вентиляции быстро портится. Предварительная очистка зерна зерноочистительными сепараторами позволяет выделить из полученного на сушку зернового вороха грубые, соломистые легкие примеси

сорняков с высокой влажностью (до 40 % и более), что снизит влажность зерна до сушки на 1–2 %. Это, в свою очередь, позволяет уменьшить расход топлива в процессе сушки [4, 5].

Засоренность зернового материала, поступающего на послеуборочную обработку, составляет 4–8 %, но может достигать 10–15 % зерновой примеси, в частности сорной примеси – 3–5 %.

При хранении зерна в неочищенном виде при наличии в нем кусочков стеблей, листьев и семян сорняков повышенной влажности быстро повышается на 2–4 % влажность самого зерна. Наиболее интенсивно растет влажность в первые 6 ч. после сбора. Поэтому обязательной является очистка засоренного зерна сразу после его поступления на элеватор. Ее должны проводить с помощью машин, позволяющих выделять примеси высокой влажности.

Очистке на зерноочистительных машинах подлежит зерно: продовольственное и фуражное, определяемое по содержанию посторонних примесей как сорное; сортовое, предназначенное для семенных целей; засоренное соцветиями полыни или другими примесями, передающими зерну несвойственные ему запахи (очищают вне очереди); направляемое на сушку; зерно с признаками самосогревания (очищают вне очереди); зараженное вредителями хлебных запасов [1, 6].

Каждый вид примеси удаляется определенным видом машин. Основу зерноочистительных агрегатов составляют воздушно-решетные сепараторы, использующиеся для предварительной очистки и частичной сортировки зерна. Они имеют воздухоочистительные и решетные системы. Эти машины

работают при минимальных затратах энергии по сравнению с воздушными системами и триерными блоками [2, 8].

Воздушно-решетные зерновые сепараторы распределяют зерновую смесь по двум признакам – размерам (ширине и толщине) и скорости витания компонентов. Сочетание в одной машине решетного и пневмосепаратора улучшает эффективность очистки, дает возможность использовать один механизм распределения зернового потока по ширине сепарирующих органов машины – пневмоканалов и решет [1, 7].

Одним из способов интенсификации процесса сепарации зерна является использование дополнительного силового поля при вибрационном и вращательном движениях рабочих органов. Такой способ используется в зерновых сепараторах вибрационного типа А1-БЦСМ-100 и Р8-БЦСМ-50. Чтобы материал не «прилипал» к решетке и происходило относительное перемещение зернового слоя его поверхностью, дополнительно применили механизм вибрации ситового цилиндра в вертикальной плоскости.

Недостатками этих установок является низкая эффективность процесса сепарации и сложность конструкции, которая ненадежна в эксплуатации. Выявленные технические недостатки и проведенные патентные исследования позволили на кафедре «Технология, оборудование бродильных и пищевых производств» Красноярского ГАУ разработать конструкцию вибрационной центробежной машины, техническая новизна которой защищена патентом РФ № 166452.

Схема предлагаемой виброцентробежной машины представлена на рисунке 1.

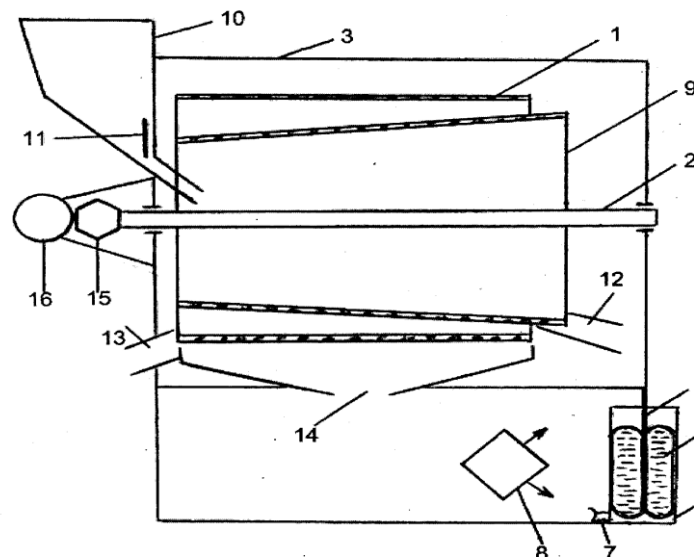


Рис. 1 Схема виброцентробежной машины:

1 – перфорированный барабан; 2 – вал; 3 – рама; 4 – вибропривод; 5 – эластичные тороиды; 6 – штоки; 7 – входной штуцер; 8 – блок управления; 9 – конус; 10 – бункер; 11 – заслонка; 12 – приемник крупных частиц; 13 – приемник средних частиц; 14 – приемник мелких частиц; 15 – редуктор; 16 – привод

Виброцентробежная машина работает в следующей последовательности.

Исходный сыпучий материал из бункера 10 при открытой заслонке 11 поступает на внутреннюю поверхность конуса 9, который размещен в перфорированном барабане 1, и оба закреплены на валу 2, приводимом во вращательное движение приводом 16 через редуктор 15 и осевые колебательные движения от двух виброприводов 4, состоящих из цилиндров 4, с подвижными штоками 6, проходящими через их центральное отверстие и закрепленными в эластичных тороидах 5, заполненных текучей средой с пневмоуправлением возвратно-поступательного движения в цилиндрах через входные штуцеры 7 от блока управления 8.

На вал 2 воздействуют осевые колебательные движения с частотой 3 Гц через вертикальную стойку рамы 3, при одновременном его вращении. Частицы, находящиеся в материале под действием сложных силовых полей, распределяются по поверхности конуса 9. Крупные частицы сходом падают в приемник 12, а средние с мелкими просеиваются на перфорированный барабан 1, где средние сыпучие вещества идут сходом в приемник 13, а мелкие – проходят в приемник 14. При сепарации легкоразделимых материалов круговые движения могут быть отключены. При этом работают только виброприводы 4 с пневмоподачей от блока управления 8.

Установка двух цилиндров с эластичными тороидами в виброцентробежной машине позволяет передавать колебательные движения перфорированному барабану и конусному просеивателю. Передача вращательно-колебательного движения барабану и конусному просеивателю повышает эффективность просеивания и очистки отверстий просеивающих поверхностей. Выполнение вибропривода с возможностью колебаний в плоскости вала позволяет барабану и конусному просеивателю совершать осевые колебания. Такое выполнение вибропривода дает возможность выбирать независимо от частоты вращения барабана параметры колебаний (частоту и амплитуду).

Виброцентробежная машина позволяет работать при выключенном приводе круговых движений, что целесообразно при сепарации легкоразделимых зерновых смесей.

Применение заявляемой машины обеспечивает повышение качества процесса сепарации за счет улучшения расслоения сыпучего слоя и повышения просеиваемости проходных частиц через поверхность перфорированного барабана и конусного сита. Улучшение эффективности просеивания достигается за счет наложения сложного силового поля, составляющими которого являются круговые и осевые

колебательные движения на сыпучий слой, находящийся на цилиндрической и конусной перфорированных поверхностях [9].

Проводились лабораторные испытания на опытном образце виброцентробежной машины в первичном режиме очистки зерна ячменя, которые показали, что чистоту, т. е. содержание семян основной культуры, при исходном материале 86,7 % можно довести: товарного (фракция 2) – до 99,23 %; товарного (фракция 3) – до 98,41; фуражного (фракция 4) – до 94,65 %.

Выводы

1. В результате лабораторных испытаний установлено, что после предварительной первичной очистки получен материал ячменя, который соответствует требованиям заготовительных, базисных и ограничительных кондиций.

2. Виброцентробежная машина производит очистку вороха зерна с качеством, удовлетворяющим требованиям ГОСТов, и техническая ее новизна защищена патентом Российской Федерации № 166452.

Литература

1. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих. – М.: Интергаф сервис, 1999. – 472 с.
2. Егоров Г.А., Мельников Е.М., Максимчук Б.М. Технология муки, крупы и комбикормов. – М.: Колос, 1984. – 376 с.
3. Кох Ж.А., Кох Д.А. Получение солода из ячменя, произрастающего на территории Красноярского края // Ползуновский вестник. – 2016. – № 4, Т. 2. – С. 12–17.
4. Пат. 2446885 Российская Федерация, МПК в02в 3/08 (2006.01). Устройство для шелушения зерна / Невзоров В.Н., Холопов В.Н., Ярум А.И., Клименко В.С., Самойлов В.А.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 201013812/13; заявл. 15.09.2010; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 10. – 5 с.
5. Пат. 2511754 Российская Федерация, МПК В02В3/08 (2006.01). Машина для шелушения зерна / Самойлов В.А., Ярум А.И., Невзоров В.Н.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 2012146811/13; заявл. 01.11.2012; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 6 с.
6. Пат. 2495402 Российская Федерация, МПК G01N15/02 (2006.01), В07В1/28 (2006.01). Ситовый анализатор / Самойлов В.А., Ярум А.И.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос.

- аграр. ун-т. – № 2012116190/05; заявл. 20.04.2012; опублик. 10.10.2013, Бюл. № 28. – 5 с.
7. Пат. на изобретение № 166452 RU. МПК В07В 1/26, В07В 1/42. Виброцентробежная машина / Самойлов В.А., Невзоров В.Н., Ярум А.И., Кох Д.А., Салыхов Д.В. – Опублик. 27.11.2016.
 8. Пат. РФ № 2465072, МПК В 06 В1/18. Гидродинамический диспергатор / Самойлов В.А., Ярум А.И.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Заявл. 16.05.2011; опублик. 27.10.2012.
 9. Самойлов В.А., Ярум А.И., Невзоров В.Н. и др. Новое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 197 с.
 - Невзоров В.Н., Голопов В.Н., Ярум А.И., Клименко В.С., Самойлов В.А.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 201013812/13; заявл. 15.09.2010; опублик. 10.04.2012, Бюл. № 10. – 5 с.
 5. Пат. 2511754 Rossijskaja Federacija, МПК V02V3/08 (2006.01). Mashina dlja shelushenija zerna / Samojlov V.A., Jarum A.I., Nevzorov V.N.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 2012146811/13; заявл. 01.11.2012; опублик. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 6 с.
 6. Пат. 2495402 Rossijskaja Federacija, МПК G01N15/02 (2006.01), B07B1/28 (2006.01). Sitovyj analizator / Samojlov V.A., Jarum A.I.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 2012116190/05; заявл. 20.04.2012; опублик. 10.10.2013, Бюл. № 28. – 5 с.
 7. Пат. на изобретение № 166452 RU. МПК В07В 1/26, В07В 1/42. Виброцентробежная машина / Самойлов В.А., Невзоров В.Н., Ярум А.И., Кох Д.А., Салыхов Д.В. – 27.11.2016.
 8. Пат. РФ № 2465072, МПК В 06 В1/18. Гидродинамический диспергатор / Самойлов В.А., Ярум А.И.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Заявл. 16.05.2011, опублик. 27.10.2012.
 9. Самойлов В.А., Ярум А.И., Невзоров В.Н. и др. Новое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 197 с.

Literatura

1. Butkovskij V.A., Merko A.I., Mel'nikov E.M. Tehnologii zernopererabatyvajushih. – М.: Intergraf servis, 1999. – 472 с.
2. Egorov G.A., Mel'nikov E.M., Maksimchuk B.M. Tehnologija muki, krupy i kombikormov. – М.: Kolos, 1984. – 376 с.
3. Koh Zh.A., Koh D.A. Poluchenie soloda iz jachmenja, proizrastajushhego na territorii Krasnojarskogo kraja // Polzunovskij vestnik. – 2016. – № 4, Т. 2. – С. 12–17.
4. Пат. 2446885 Rossijskaja Federacija, МПК v02v 3/08 (2006.01). Ustrojstvo dlja shelushenija zerna /
- Невзоров В.Н., Голопов В.Н., Ярум А.И., Клименко В.С., Самойлов В.А.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 201013812/13; заявл. 15.09.2010; опублик. 10.04.2012, Бюл. № 10. – 5 с.
5. Пат. 2511754 Rossijskaja Federacija, МПК V02V3/08 (2006.01). Mashina dlja shelushenija zerna / Samojlov V.A., Jarum A.I., Nevzorov V.N.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 2012146811/13; заявл. 01.11.2012; опублик. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 6 с.
6. Пат. 2495402 Rossijskaja Federacija, МПК G01N15/02 (2006.01), B07B1/28 (2006.01). Sitovyj analizator / Samojlov V.A., Jarum A.I.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 2012116190/05; заявл. 20.04.2012; опублик. 10.10.2013, Бюл. № 28. – 5 с.
7. Пат. на изобретение № 166452 RU. МПК В07В 1/26, В07В 1/42. Виброцентробежная машина / Самойлов В.А., Невзоров В.Н., Ярум А.И., Кох Д.А., Салыхов Д.В. – 27.11.2016.
8. Пат. РФ № 2465072, МПК В 06 В1/18. Гидродинамический диспергатор / Самойлов В.А., Ярум А.И.; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Заявл. 16.05.2011, опублик. 27.10.2012.
9. Самойлов В.А., Ярум А.И., Невзоров В.Н. и др. Новое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 197 с.

УДК 621.315

Л.Ю. Качесова

ТЕМПОРАЛЬНО-НЕЧЕТКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

L.Yu. Kachesova

TEMPORAL-FUZZY METHOD OF ASSESSING TECHNOGENIC RISKS OF ELECTRICAL FACILITIES

Качесова Л.Ю. – ст. преп. каф. информатики, вычислительной техники и информационной безопасности Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Барнаул. E-mail: kachesova_l_u@mail.ru

Kachesova L.Yu. – Senior Lecturer, Chair of Information, Computer Facilities and Information Security, I.I. Polzunov Altai State Technical University, Barnaul. E-mail: kachesova_l_u@mail.ru

Целью исследования является повышение эффективности оценки техногенных рисков электроустановок. Эффективность определяется предлагаемым методом оценки техногенных рисков электроустановок, который учитывает темпоральные причинно-следственные связи между рискообразующими факторами. Для учета темпоральных причинно-следственных связей между

рискообразующими факторами предлагается использовать унарные темпоральные операции «всегда в прошлом», «когда-либо в прошлом» и бинарную нечеткую операцию «приоритетное И». Для расчета техногенных рисков электроустановок по предлагаемому методу было разработано программное обеспечение на языке программирования C#. С использованием разработанного программного обес-