Тип статьи: научная
УДК 631.365.22
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-6-19-26

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСЦИЛЛИРУЮЩЕГО РЕЖИМА КОНТАКТНОЙ СУШКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Петр Сергеевич Агеев[1], Владимир Иванович Курдюмов[2], Андрей Александрович Павлушин[3], Галина Владимировна Карпенко[4], Сергей Алексеевич Сутягин[5]
[1, 2, 3, 4, 5] *Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, кафедра «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности» инженерного факультета. г.Ульяновск. Россия.*
[1] ageev_petr@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-1114-9401
[2] vik@ugsha.ru, https://orcid.org/0000-0003-1603-1779
[3] andrejpavlu@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-7678-2876
[4] karpenko.galina@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-0214-4193
[5] sergeysut@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6477-3817

Автор, ответственный за переписку: Петр Сергеевич Агеев, ageev_petr@mail.ru
Corresponding author: Petr Ageyev, ageev_petr@mail.ru

Реферат. *Послеуборочная обработка зерна влияет на длительность его хранения. Цель исследования – определение эффективности применения осциллирующего режима в новом устройстве с контактным способом подвода теплоты к высушиваемому материалу. Рассмотрены существующие устройства, применяемые при осциллирующем режиме контактной сушки. Предложена зерносушилка, разработанная в ФГБОУ ВО Ульяновском ГАУ, в конструкции которой применяется охлаждающее устройство. Проведены теоретические и экспериментальные исследования зерносушилки, в ходе которых определяли влияние скорости движения воздуха на влажность зерна и температуру на выходе из устройства.* В результате проведенных исследований было выявлено, что применение осциллирующего режима контактной сушки позволяет получить на выходе зерно, температура которого обеспечивает сохранению его положительных качеств. Использование охладительного устройства в предложенной зерносушилке позволяет снизить температуру зерна на выходе из устройства в среднем на 9 %, что в конечном итоге предупреждает перегрев зерна выше 39°С. При этом скорость воздушного потока, создаваемая охладительным устройством, которая варьируется в диапазоне от 1 м/с до 3,5 м/с, оказывает минимальное влияние на конечную влажность. *Выявлено, что при оптимальной средней температуре греющей поверхности устройства* $t_п$ *= 129 °С, скорости движения зерна* $v_з$ *= 0,29 м/с, а также скорости движения воздушного* $v_{вп}$ *= 3,5 м/с влажность зерна на выходе из устройства не меняется, а его температура после окончания операций нагрева, охлаждения и повторного нагрева на 3 градуса ниже, чем в технологической процессе без промежуточной операции охлаждения зерна.*

Ключевые слова: *сушка, зерносушилка, зерно, охлаждение, контактный способ подвода теплоты, транспортирующий рабочий орган.*

USING THE OSCILLATING MODE OF CONTACT DRYING OF BULK MATERIALS

Petr Ageyev[1], Vladimir Kurdyumov[2], Andrey Pavlushin[3], Galina Karpenko[4], Sergey Sutyagin[5]
[1, 2, 3, 4, 5] *Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Department of "Agrotechnology, Machinery and Life Safety" of the Faculty of Engineering. Ulyanovsk. Russia.*
[1] ageev_petr@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-1114-9401
[2] vik@ugsha.ru, https://orcid.org/0000-0003-1603-1779
[3] andrejpavlu@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-7678-2876
[4] karpenko.galina@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-0214-4193

[5] sergeysut@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6477-3817

Abstract. *Post-harvest processing of grain affects the duration of its storage. The purpose of the study is to determine the effectiveness of the oscillating mode in a new device with a contact method of heat supply to the dried material. The existing devices used in the oscillating mode of contact drying are considered. A grain dryer developed in the Ulyanovsk State Agrarian University is proposed, in the design of which a cooling device is used. Theoretical and experimental studies of the grain dryer were carried out, during which the influence of air velocity on grain parameters such as humidity and temperature at the outlet of the device was determined. It was revealed as a result of the research that the use of an oscillating mode of contact drying makes it possible to obtain grain at the outlet, the temperature of which ensures the preservation of its positive qualities. The use of a cooling device in the proposed grain dryer makes it possible to reduce the temperature of the grain at the outlet of the device by an average of 9%, which ultimately prevents the grain from overheating above 39°C. At the same time, the air flow velocity generated by the cooling device, which varies in the range from 1 m/s to 3.5 m/s, has a minimal effect on the final humidity. It was revealed that at the optimal average temperature of the heating surface of the device* t_p *= 129 °C, grain velocity* v_z *= 0,29 m/s, as well as air velocity* v_{vp} *= 3,5 m/s, grain moisture at the outlet of the device does not change, and its temperature after the end of heating, cooling and reheating operations by 3 degrees lower than in the technological process without an intermediate grain cooling operation.*

Keywords: *drying, grain dryer, grain, cooling, contact method of heat supply, transporting working body.*

Для цитирования: Агеев П.С., Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Карпенко Г.В., Сутягин С.А. Использование осциллирующего режима контактной сушки сыпучих материалов // Наука в центральной России Science in the central Russia. 2022. Т. 60, № 6. С. 19-26. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-6-19-26.

For citation: Ageyev P., Kurdyumov V., Pavlushin A., Karpenko G., Sutyagin S. Using the oscillating mode of contact drying of bulk materials. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2022; 60(6): 19-26. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-6-19-26.

Введение. Выращивание зерновых культур – одно из приоритетных направлений развития аграрного производства, способствующее сохранению его стабильности во всем мире. Данный вид продукции широко востребован в пищевой промышленности, он необходим как для людей, так и для животных.

Однако после уборки урожая возникает ряд проблем, которые не позволяют хранить зерно длительное время. Поэтому необходимо проводить послеуборочную обработку зерна, которая включает в себя несколько последовательных операций, а именно: предварительную очистку, первичную очистку, сушку, вторичную очистку и сортировку. Каждый этап по-своему важен, однако наиболее энергоёмким и значимым из них является сушка.

Материалы и методы. Сушка представляет собой удаление излишнего процента влаги из зерна путем подведения к нему теплоты тем или иным способом. Чтобы довести зерно до необходимой конечной влажности за один проход через устройство следует применять осциллирующий режим сушки [1].

Осциллирующий режим сушки представляет собой чередование процессов нагревания и охлаждения обрабатываемого продукта. Благодаря этому зерно не нагревается свыше допустимой температуры (для семенного зерна – 39 °С, для продовольственного – 60 °С), что, в свою очередь, позволяет высушить зерно за один проход через сушилку [2, 3, 4].

Существует множество устройств, представляющих собой охладительные приспособления различных конструкций для реализации данного режима сушки. Рассмотрим некоторые из них (рисунок 1).

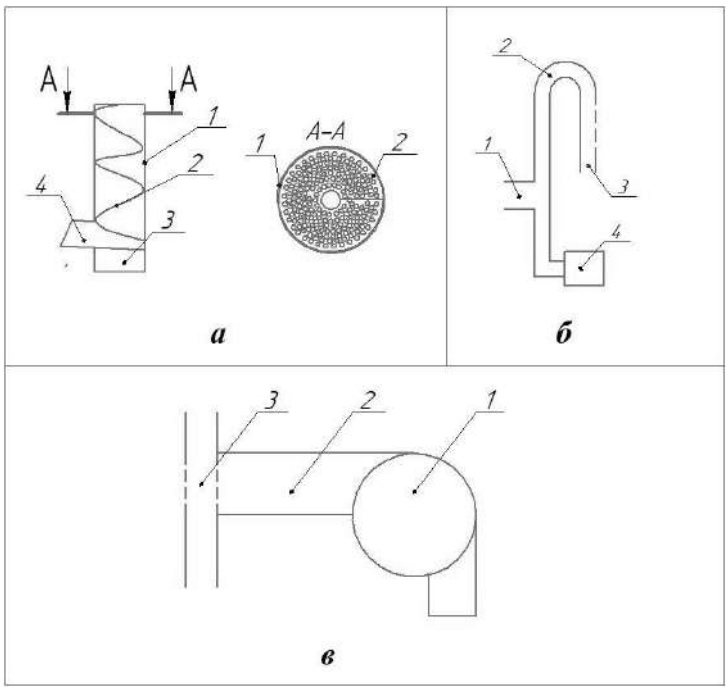

Рисунок 1 - Охладительные устройства: *а* - винтовой охладитель; *б* - U-образный охладитель; *в* - охладительная колонка

Винтовой охладитель (рисунок 1, а) представляет собой «охладительную колонку 1, выполненную в виде трубы. Внутри охладительной колонки расположен ленточный винт с перфорацией 2, шаг которого превышает его наружный диаметр. Размер перфорации выполнен меньше, чем минимальный размер обрабатываемого продукта, чтобы исключить прохождения продукта через отверстия» [5].

В процессе сушки нагретый продукт попадает в охладительную колонку. Во время спиралеобразного движения вниз по перфорированному ленточному винту охладительной колонки обрабатываемый продукт охлаждается воздушным потоком, подаваемым через воздуховод 3, одновременно частично теряя влажность. Охлажденное зерно удаляется из винтового охладителя через выгрузное окно 4.

U-образный охладитель (рисунок 1, б) включает в себя четыре элемента: загрузочный патрубок 1, направленную вверх скругленной частью U-образную трубу 2 прямоугольного сечения с перфорацией ее конечной части, выгрузное окно 3 и вентилятор 4 [6].

Принцип работы U-образного охладителя заключается в следующем. В загрузочный патрубок поступает высушиваемый материал, после чего он направляется в U-образную трубу. Внутри U-образной трубы движется воздушный поток, скорость которого выше скорости витания v зерна (для большинства культур v = 8…12 м/с). За счет этого зерно поднимается вверх, при этом охлаждаясь и теряя избыточную влажность. При прохождении верхней части U-образной трубы скорость воздушного потока снижается за счет наличия в ней перфорации. Через перфорацию увлажненный воздух удаляется из охладителя, а зерно под действием силы тяжести падает в выгрузное окно.

Охладительная колонка (рисунок 1, в) состоит из вентилятора 1, воздуховода 2 и перфорированного выгрузного патрубка 3 [7].

По выгрузному патрубку нагретое зерно движется под действием силы тяжести. Одновременно зерно охлаждается за счет воздушного потока, подаваемого через воздуховод. Наличие перфорации на выгрузном патрубке позволяет снизить напор воздушного потока, а также частично удалить избыточную влагу с поверхности зерна.

Охлаждающее устройство в виде скатной доски (рисунок 2) состоит из решета 1 и воздуховода 2, установленного с его нижней стороны. Отверстия решета выполнены с размерами, которые меньше минимального размера обрабатываемого материала [8].

Скатную доску можно устанавливать в сушильных устройствах как стационарно с регулировкой угла наклона в зависимости от угла естественного откоса обрабатываемой культуры, так и жестко связанной с сушилкой и приданием возможности совершения колебательных движений для перемещения зерна. Зерно, попадая на скатную доску, начинает охлаждаться воздушным потоком, проходящим через ее перфорацию из воздуховода 2, одновременно частично теряя избытки влаги.

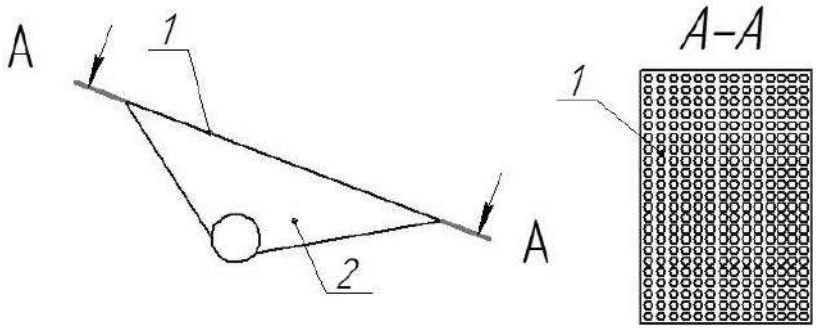

Рисунок 2 - Скатная доска

Все выше перечисленные конструкции сушилок содержат важный элемент, а именно, вентилятор.

Основные параметры, которые характеризуют «создаваемый вентилятором воздушный поток, являются статическое $p_{ст}$ и динамическое $p_д$ давление» [9].

«Статическое давление $p_{ст}$ представляет сбой потери напора на преодоление сопротивлений, возникающих на пути движения воздушного потока. Динамическое давление $p_д$ - это давление, характеризующееся скоростным напором воздушного потока» [9].

Сложение двух выше указанных показателя позволит определить полное давление воздушного потока:

$$p = p_{ст} + p_д. \quad (1)$$

Важно создать оптимальную скорость воздушного потока, которая позволяет добиться охлаждения обрабатываемого материала, а также отведение избыточной влаги с его поверхности. Скорость воздушного потока, м/с,

$$v_{вп} = \sqrt{\frac{2\,p_д\,d}{\rho\,\lambda\,l}}, \quad (2)$$

где $p_д$ - динамическое давление, Па; ρ - плотность воздуха, кг/м^3; d – диаметр воздуховода, м; λ - коэффициент сопротивления движению воздуха, зависящий от свойств материала, из которого изготовлен воздуховод; l – длина воздуховода, м.

Стоит отметить, что вентилятор должен обладать оптимальной производительностью. Это будет способствовать подведению к нагретому материалу необходимого количества воздуха, что, в свою очередь, обеспечит качественное охлаждение материала.

Объемный расход, м^3/с,

$$L_в = v_{вп}\,F, \quad (3)$$

где F - площадь поперечного сечения воздуховода, м^2.

Объединив (2) и (3) уравнения, получим:

$$L_в = F\sqrt{\frac{2\,p_д\,d}{\rho\,\lambda\,l}}. \quad (4)$$

Следовательно, обеспечив постоянную пропускную способность установки, можно добиться постоянства статического и динамического давлений и, с учетом этого, подобрать воздуховод нужных размеров.

Результаты и их обсуждение. Для проведения экспериментальных исследований эффективности применения охладительных устройств была разработана зерносушилка контактного типа, в конструкцию которой была включена скатная доска (рисунок 3) [10, 11, 12, 13].

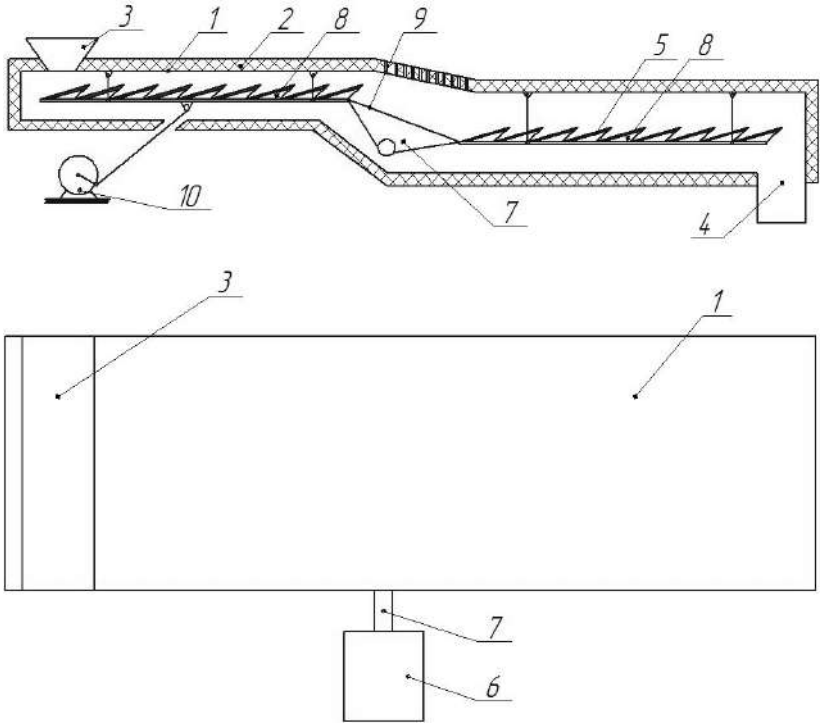

Рисунок 3 - Зерносушилка контактного типа: 1 – кожух; 2 – теплоизолирующий материал; 3 – загрузочный бункер; 4 – выгрузное окно; 5 – транспортирующий рабочий орган; 6 – вентилятор; 7 – воздуховод; 8 – нагревательные элементы; 9 – скатная доска; 10 – привод

Принцип работы зерносушилки заключается в подведении теплоты от нагретой поверхности к обрабатываемому материалу при его одновременном движении по рабочей зоне и перемешивании. Нагрев продукта осуществляется от нагревательных элементов, установленных под рабочими поверхностями транспортирующих рабочих органов (ТРО). Так как ТРО для обеспечения требуемой продолжительности сушки установлены последовательно, то это увеличивает вероятность локального перегрева высушиваемого зерна. Для исключения этого явления между ТРО установлено охлаждающее устройство в виде скатной доски с вентилятором, которое позволяет снизить температуру обрабатываемого материала перед его повторным нагревом.

В процессе исследований зерносушилка были настроены на обеспечение ранее определенных ее оптимальных параметров, в частности, температура первого ТРО составила 150 °С, второго ТРО – 108 °С, а скорость движения зерна $v_з$ равна 0,29 м/с. При этом пропускная способность зерносушилки составила 221 кг/ч.

Одна из задач лабораторных исследований – выявление характера действия скорости воздуха в зерносушилке на качество высушенного зерна, которое определяли через конечную влажность и градиент температуры [14].

Исследования изменения температуры зерна на выходе из устройства проводили на оптимальных режимах работы с постоянной скоростью движения воздушного потока 3,5 м/с. Температура воздуха в помещении во время проведения опытов составляла 21 °С, относительная влажность – 42 %.Опыты проводили как при выключенном вентиляторе, так и при работающем вентиляторе с объемным расходом $L_в$ = 0,28 м^3/с. Такое значение $L_в$ обеспечивает максимально

технически достижимую без ухудшения энергетических показателей зерносушилки скорость воздуха $v_в$ = 3,5 м/с. Результаты исследований отражает рисунок 4.

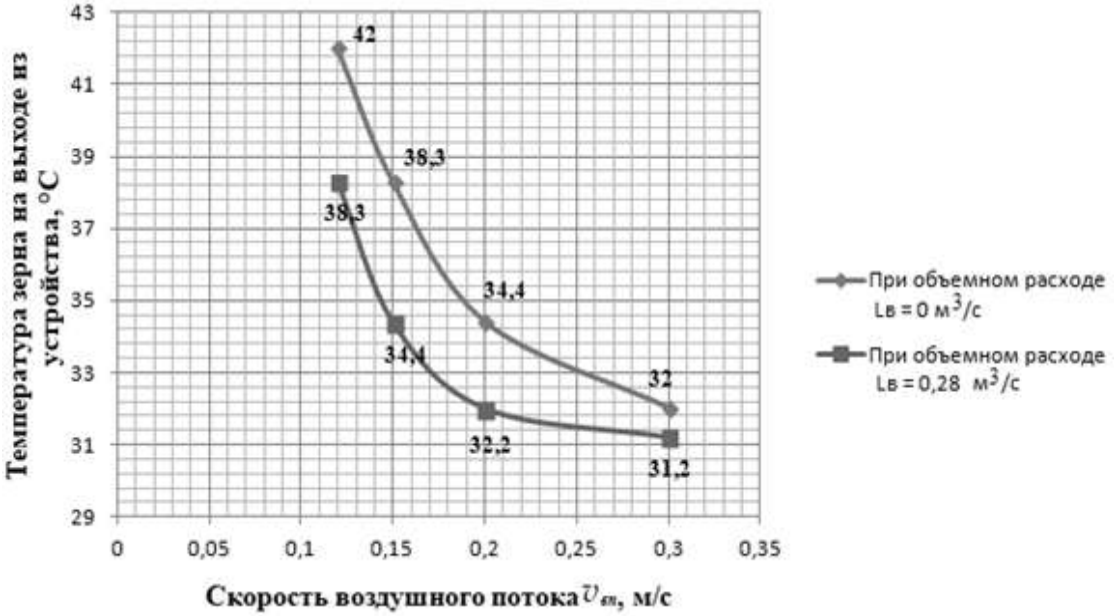

Рисунок 4 – Зависимость температуры зерна на выходе из ТРО от скорости воздушного потока

Из графика следует, что при работе зерносушилки с отключенным вентилятора ($L_в = 0$ м^3/с) температура зерна в среднем на 3 °С выше, чем при работающем вентиляторе с объемным расходом $L_в = 0{,}28$ м^3/с. На некоторых режимах зерно нагревается выше 39 °С, что приводит к потере такого его качества, как всхожесть. С учетом достигнутого относительно небольшого градиента температуры дальнейшие исследования следует проводить в направлении совершенствования конструкции охлаждающего устройства и оптимизации его параметров.

При исследовании влияния воздушного потока на конечную влажность зерна было выявлено следующее. При изменении скорости воздушного потока в диапазоне 1…3,5 м/с конечная влажность зерна не меняется. Это связано с тем, что при оптимальных режимах работы зерносушилки из зерна удаляется примерно 3,7 % влаги. Поэтому даже в случае выхода зерносушилки на максимально возможную пропускную способность из зерна испаряется лишь 0,0185 кг/с влаги. Таким образом, с задачей вывода выделяющихся при сушке водяных паров хорошо справляется движущийся вдоль ТРО поток воздуха, который возникает при работе этого ТРО. Следовательно, дополнительно подавать воздух во внутреннюю полость зерносушилки не требуется.

Следует отметить, что требуемое качество высушенного зерна можно обеспечить и без его охлаждения, и даже с помощью одной секции транспортирующего рабочего органа. Однако при этом резко снижается пропускная способность установки, что делает ее эксплуатацию экономически нецелесообразной. В связи с этим определенные в процессе исследований оптимальные параметры установки обеспечивают заданную пропускную способность 221 кг/ч, необходимую при использовании в условиях относительно небольших аграрных предприятиях.

Заключение. В результате проведенных исследований было выявлено, что применение осциллирующего режима контактной сушки позволяет получить на выходе зерно, температура которого обеспечивает сохранению его положительных качеств. Использование охладительного устройства в предложенной зерносушилке позволяет снизить температуру зерна на выходе из устройства в среднем на 9 %, что в конечном итоге предупреждает перегрев зерна выше 39°С. При

этом скорость воздушного потока, создаваемая охладительным устройством, которая варьируется в диапазоне от 1 м/с до 3,5 м/с, оказывает минимальное влияние на конечную влажность зерна.

Список источников

1. Шаршунов В.А. Сушка и хранение зерна / В.А. Шаршунов, Л.В. Рукшан // Минск: Мисанта, 2010. - 236 с.

2. Pabis, Stanisław. Grain drying: theory and practice / Stanisław Pabis, Digvir S. Jayas, Stefan Cenkowski. New York: John Wiley, 2018. Description: xii, 303 p.: ISBN: 0471573876.

3. Дорохов А.С. Исследование процесса сушки сельскохозяйственных культур в колонковых сушилках / А.С. Дорохов, М.Г. Загоруйко, Ю.В. Катаев, Р.А. Марин // Москва: 2021. - 121 с.

4. Голубкович А.В. Моделирование тепло- и массопереноса при осциллирующей сушке зерна в мобильной зерносушилке / А.В. Голубкович, И.А. Пехальский, И.Д. Лукин, Р.А. Марин // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. - С. 25-28.

5. Пат. 191125 Российская Федерация, МПК F26B 17/26. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Г.В. Карпенко, Т.Г. Евдокимова; патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2019107829; заявл. 19.03.2019; опубл. 25.07.2019, Бюл. № 21.

6. Пат. 2705024 Российская Федерация, МПК F26B 17/00. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Г.В. Карпенко; патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2019101138; заявл. 14.01.2019; опубл. 01.11.2019, Бюл. № 31.

7. Пат. 2728209 Российская Федерация, МПК A23B 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2019139484; заявл. 03.12.2019; опубл. 28.07.2020, Бюл. № 22.

8. Пат. 184194 Российская Федерация, МПК A23B 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Г.В. Карпенко, Д.П. Ерохин; патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2018108903; заявл. 12.03.2018; опубл. 18.10.2018, Бюл. № 29.

9. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции / М: Стройиздат, 1979. – 295 с.

10. Манасян С.К. Принципы конвективной сушки зерна / Вестник КрасГАУ. 2019. № 6. С. 145.

11. Цугленок Н.В. Зерносушилки сельскохозяйственного назначения / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демский // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 11. С. 47.

12. Богданов С.И. Исследование и математическое моделирование кинетики сушки зерна озимой пшеницы / С.И. Богданов, А.П. Дарманян, М.А. Маркин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 439-448.

13. Николаев В.А. Контактная сушка зерна в зерноуборочном комбайне / В.А. Николаев, И.В. Кряклина, Е.В. Шешунова // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 4 (33). С. 73-77.

14. Сорочинский В.Ф. Изменение полей влагосодержания и температуры в зерне при сушке / В.Ф. Сорочинский, А.Л. Догадин // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. С. 47-56.

References

1. Sharshunov V.A. Drying and storage of grain / V.A. Sharshunov, L.V. Rukshan / Minsk: Misanta, 2010. - 236 p.

2. Pabis, Stanisław. Grain drying: theory and practice / Stanisław Pabis, Digvir S. Jayas, Stefan Cenkowski. New York: John Wiley, 2018. Description: xii, 303 p.: ISBN: 0471573876.

3. Dorokhov A.S. Investigation of the drying process of agricultural crops in column dryers / A.S. Dorokhov, M.G. Zagoruiko, Yu.V. Kataev, R.A. Marin // Moscow: 2021. - 121 p.

4. Golubkovich A.V. Modeling of heat and mass transfer during oscillating grain drying in a mobile grain dryer / A.V. Golubkovich, I.A. Pehalsky, I.D. Lukin, R.A. Marin // Agricultural machines and technologies. 2015. No. 5. - pp. 25-28.

5. Pat. 191125 Russian Federation, IPC F26B 17/26. Grain drying device / V.I. Kurdyumov, P.S. Ageev, A.A. Pavlushin, S.A. Sutyagin, G.V. Karpenko, T.G. Evdokimova; patent holder of the

Ulyanovsk State Agrarian University. – No. 2019107829; application 19.03.2019; publ. 25.07.2019, Bul. No. 21.

6. Pat. 2705024 Russian Federation, IPC F26B 17/00. Device for drying grain / V.I. Kurdyumov, P.S. Ageev, A.A. Pavlushin, S.A. Sutyagin, G.V. Karpenko; patent holder of the Ulyanovsk State Agrarian University. – No. 2019101138; application. 14.01.2019; publ. 01.11.2019, Bul. No. 31.

7. Pat. 2728209 Russian Federation, IPC A23B 9/08. Device for drying grain / V.I. Kurdyumov, P.S. Ageev, A.A. Pavlushin, S.A. Sutyagin; patent holder of the Ulyanovsk State Agrarian University. – No. 2019139484; application 03.12.2019; publ. 28.07.2020, Bul. No. 22.

8. Pat. 184194 Russian Federation, IPC A23B 9/08. Device for drying grain / V.I. Kurdyumov, P.S. Ageev, A.A. Pavlushin, S.A. Sutyagin, G.V. Karpenko, D.P. Erokhin; patent holder of the Ulyanovsk State Agrarian University. – No. 2018108903; application 12.03.2018; publ. 18.10.2018, Bul. No. 29.

9. Taliev V.N. Aerodynamics of ventilation / M: Stroyizdat, 1979 – 295 p.

10. Manasyan S.K. Principles of convective grain drying / Bulletin of KrasGAU. 2019. No. 6. p. 145.

11. Tsuglenok N.V. Agricultural grain dryers / N.V. Tsuglenok, S.K. Manasyan, N.V. Demsky // International Journal of Experimental Education. 2012. No. 11. p. 47.

12. Bogdanov S.I. Research and mathematical modeling of the kinetics of drying winter wheat grain / S.I. Bogdanov, A.P. Darmanyan, M.A. Markin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo complex: Science and higher professional education. 2022. No. 2 (66). pp. 439-448.

13. Nikolaev V.A. Contact drying of grain in a combine harvester / V.A. Nikolaev, I.V. Kryaklina, E.V. Sheshunova // Agrarian Bulletin of the Upper Volga region. 2020. No. 4 (33). pp. 73-77.

14. Sorochinsky V.F. Change of moisture content and temperature fields in grain during drying / V.F. Sorochinsky, A.L. Guaddin // Storage and processing of agricultural raw materials. 2019. No. 1. pp. 47-56.

Информация об авторах

П.С. Агеев – к-т технических наук, старший преподаватель; В.И. Курдюмов – д-р технических наук, профессор; А.А. Павлушин – д-р технических наук, профессор; Г.В. Карпенко - к-т технических наук, доцент; С.А. Сутягин - к-т технических наук, доцент.

Information about the authors

P. Ageyev – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer; V. Kurdyumov – Doctor of Technical Sciences, Professor; A. Pavlushin - Doctor of Technical Sciences, Professor; G. Karpenko - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; S. Sutyagin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию (Received): 10.11.2022 Принята к публикации (Accepted): 16.12.2022