

УДК 631:362.7

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В УСТАНОВКЕ КОНТАКТНОГО ТИПА

*В.И. Курдюмов, доктор технических наук, профессор,  
А.А. Павлушин, доктор технических наук, доцент,  
Г.В. Карпенко, кандидат технических наук, доцент,  
С.А. Сутягин, кандидат технических наук, доцент,  
В.И. Долгов, аспирант, Д.А. Новичков, студент,  
П.С. Агеев, магистрант,  
тел. 89279842587, sergeysut@mail.ru  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** Установка для сушки зерна, тепловая обработка, контактный способ теплопередачи.

*Работа посвящена разработке установок контактного типа для сушки сыпучих материалов, которые обеспечивают требуемое качество сушки зерна.*

**Введение.** Тепловую обработку сыпучих материалов широко применяют в различных процессах производства, переработки и хранения продуктов АПК.

Для улучшения качества и технологических свойств необходимо сушить, обжаривать и обеззараживать различные продукты: зерно, арахис, фисташки, фундук, кедровые орешки, зерна кофе, семечки подсолнечника, грибы, яблоки, ягоды, сухофрукты, сухарики и пр.

**Материалы и методы исследований.** Для улучшения качества, семенных свойств, а также для длительного хранения зерно сушат, при этом его влажность доводят до 13...14 %.

При длительном хранении продуктов в них заводятся вредители, жуки, клещи, микроорганизмы, которые в результате своей жизнедеятельности поедают продукты, загрязняют экскрементами, что снижает их качество.

Обжаривание продуктов применяют для лучшего расщепления в них крахмала, что улучшает перевариваемость продуктов, при их включении в состав полнорационных комбикормов для молодняка животных.

В настоящее время технология тепловой обработки продуктов несовершенна, существующие средства механизации имеют высокую стоимость, которая превышает 1,5 млн. руб., высокие затраты энергии, превышающие 6 МДж/(кг влаги), не обеспечивают требуемое качество

готового продукта, не соответствуют экологическим требованиям и имеют высокую металлоемкость - свыше 1500 кг·ч/т.

Кроме этого серийные установки конвективного типа, в них зерно нагревают горячим воздухом, получаемым в топках при сжигании жидкого топлива. Однако, это связано с большими энергозатратами, а также с загрязнением окружающей среда. При сжигании 1 литра жидкого топлива в больших количествах образуются токсичные вещества: окислы азота, углекислоты, угарный газ, сажа и другие. Например, при работе установки СП-50 за 1 час в окружающую среду выбрасывается до 14 кг угарного газа, 4,5 кг углекислоты, 20,4 кг окислов азота, 18 кг оксидов серы, 2 кг сажи.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Поэтому разработка энергосберегающей технологии и средств механизации тепловой обработки сыпучих продуктов на основе применения контактного способа их нагрева, обеспечивающих требуемое качество готового продукта при минимальных затратах энергии и отсутствии выбросов вредных веществ в окружающую среду является актуальной и важной научно-технической проблемой.

Мы предлагаем использовать энергосберегающую технологию тепловой обработки сыпучих продуктов на основе применения контактного способа нагрева при их тонкослойном движении.

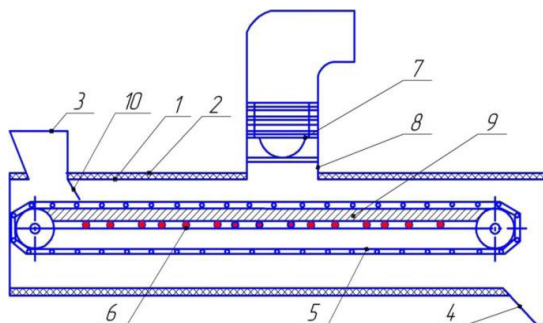
Принципиальное отличие УТОЗ 1 (рисунок 1) – кожух выполнен прямоугольного сечения с теплоизоляцией его наружной поверхности сохраняющей 95 % теплоты, использование скребкового транспортирующего органа обеспечивает перемещение зерна в слое толщиной близкой к размерам единичного продукта, а также возможность регулирования температуры нагрева греющей пластины.

Все это обеспечивает требуемую равномерность тепловой обработки зерна, а также снижает энергозатраты на процесс теплового воздействия.

Основой конструкции УТОЗ 2 (рисунок 2) являются, цилиндрическая греющая контактная поверхность с электронагревателем, шнековый транспортирующий рабочий орган и, устройство для удаления влаги.

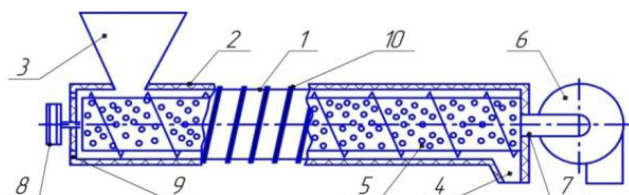
Контактная греющая поверхность представляет собой полый цилиндр, что обеспечивает хороший контакт с ней обрабатываемого зерна при не сложном конструктивном исполнении. Это позволяет обеспечить быстрый прогрев зерна, хороший сьем влаги без потери потребительских свойств высушиваемого продукта и без вредных выбросов.

Основой конструкции УТОЗ 3 (рисунок 3) являются кожух прямоугольного сечения с теплоизоляцией его наружной поверхности, транс-



где: 1 - кожух, 2 - теплоизоляция, 3 - бункер загрузочный, 4 - выгрузное окно, 5 - транспортер, 6 - нагревательные элементы, 7 - вентилятор, 8 - воздуховод, 9 - пластина греющая, 10 - отсекальщик потока.

Рисунок 1 – Установка для сушки зерна



где: 1 - теплообменник; 2 - теплоизолирующий материал; 3 - загрузочный бункер; 4 - выгрузное окно; 5 - транспортирующий рабочий орган (перфорированный шнек); 6 - вентилятор; 7 - воздуховод; 8 - привод рабочего органа; 9 - отверстия; 10 - электрический нагревательный элемент

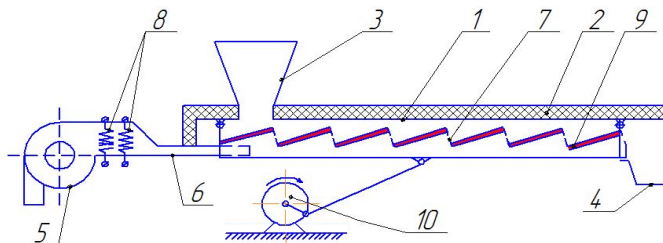
Рисунок 2 – Установка для обжарки зерна и орехов

портирующий рабочий орган выполнен в виде ступенчатого короба и установлен с возможностью сообщения ему колебаний, с нижней стороны ступеней установлены нагреватели, воздуховод соединён с внутренней полостью короба.

Конструкция обеспечивает равномерное воздействие теплоты на вредителей за время перемещения.

Разработанные установки по сравнению с аналогами позволяют:

1. Обеспечить быстрый и равномерный нагрев сырья;
2. Сократить удельные энергозатраты при проведении тепловой обработки зерна и сыпучих материалов в 1,5...5 раз в зависимости от назначения обработки и вида обрабатываемых продуктов;



где: 1 – кожух, 2 – материал теплоизолирующий, 3 – бункер загрузочный, 4 – окно выгрузное, 5 – вентилятор, 6 – воздуховод, 7 – короб ступенчатый, 8 – нагревательные элементы, 9 – нагреватели, 10 – вибропривод  
Рисунок 3 – Установка для обеззараживания зерна

3. Уменьшить длительность тепловой обработки в 2,5...5 раз;

4. Обеспечить наилучшее качество готового продукта;

5. Повысить экологическую безопасность процесса, так как установка во время работы не выделяет в окружающую среду вредные вещества.

**Закключение.** В результате анализа выявлено, что по сравнению с существующими аналогами разработанные установки обеспечивают требуемое качество готового продукта, так как теплота подводится каждой частице обрабатываемого продукта, которая постоянно перемешивается и перемещается транспортирующим рабочим органом внутри кожуха в единичном слое. При этом подвод теплоты продукту происходит в теплоизолированном кожухе, что позволяет снизить удельные затраты энергии до 1,5..2 раз. Кроме этого предложенные установки имеют, по сравнению с существующими установками, в 3...3,5 раза меньшую удельные капиталоемкость и металлоемкость.

Поэтому использование предлагаемой нами технологии тепловой обработки зерна непосредственно в фермерских хозяйствах позволит существенно снизить затраты на сушку, обжаривание, обеззараживание зерна и получить экономический эффект свыше 400 руб./т продукта.

#### *Библиографический список*

1. Курдюмов В.И., Карпенко Г.В., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина. Ульяновск, 2013. - 290 с.
2. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Прошкин Е.Н.. Сравнительный анализ установок для сушки зерна. - Материалы VI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современ-

- ном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». / Ульяновск, ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 179...181.
3. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна. «Инновации в сельском хозяйстве». / Москва: ФГБНУ ВИЭСХ, № 2. 2015 г. – С. 159...161.
  4. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. У Повышение качества сушки зерна в установке контактного типа. «Инновации в сельском хозяйстве». / Москва: ФГБНУ ВИЭСХ, № 3. 2015 г. – С. 79...81.
  5. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Обеззараживание зерна в установке контактного типа. Материалы 66-й международной на-учно-практической конференции «Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона». Издательство: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Рязань: 2015 г. – С. 181...183.
  6. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Агеев П.С. Механико-технологическое обоснование и разработка энергосберегающих средств механизации тепловой обработки зерна. Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 13. С. 3561-3565.
  7. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Устройство для сушки зерна. Патент РФ на изобретение RU 2446886. Оpubл. 10.04.2012 г., Бюл № 10.
  8. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Устройство для сушки зерна. Патент РФ на полезную модель RU 96466. Оpubл. 10.08.2010 г. Бюл. № 22.
  9. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Устройство для сушки зерна. Патент РФ на полезную модель RU 96467. Оpubл. 10.08.2010 г. Бюл. № 22.
  10. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Устройство для сушки зерна. Патент РФ на полезную модель RU 96468. Оpubл. 10.08.2010 г. Бюл. № 22.
  11. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Устройство для сушки и обеззараживания зерна. Патент РФ на полезную модель RU 99130. Оpubл. 10.11.2010 г. Бюл. 31.
  12. Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Устройство для сушки зерна. Патент РФ на полезную модель RU 92603. Оpubл. 27.03.2010 г. Бюл. № 19.

## IMPROVING THE QUALITY OF HEAT TREATMENT OF BULK MATERIALS IN THE INSTALLATION OF THE CONTACT TYPE

*Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Karpenko G.V., Sutyagin S.A., Novichkov D.A.,  
Dolgov V.I., Ageev P.S.*

**Key words:** *Installation for grain drying, heat treatment, the contact method of heat transfer*

*The work is dedicated to the development of contact-type plants for drying bulk materials, which provide the required quality of grain drying.*