



УДК631.365.22

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВ

Крайнов Ю.Е., аспирант^{*},

Юсипова Э.М., аспирант^{*}

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, г. Княгинино, Россия

Тел.: (831166) 4-15-50

Аннотация - рассматривается шнековое устройство для сушки зерна, принцип его работы, исследования удельного энергопотребления, методика экспериментальных исследований.

Ключевые слова - тепловая обработка, сушка зерна, удельное электропотребление.

Небольшим фермерским хозяйствам и мелким предприятиям, занимающимся производством и переработкой зерновой продукции, экономически выгодно самим выполнять сушку влажного зерна. Однако существующие устройства для тепловой обработки относительно энергозатрат не всегда обеспечивают должное качество готового продукта, поскольку в них наблюдается пересушивание зерна, растрескивание его поверхностных слоев вследствие неравномерности и инертности нагрева в процессе обработки [1].

Отсутствие малогабаритной, универсальной и высокоэффективной (лишенной отмеченных недостатков) техники для тепловой обработки и переработки небольших объемов зерна, сдерживает развитие небольших фермерских хозяйств, кооперативов и мелких перерабатывающих предприятий. В этой связи создание энергосберегающих средств механизации тепловой обработки зерна, адаптированных к условиям мелкотоварного сельскохозяйственного производства, является актуальной и важной научно-технической задачей.

Для решения обозначенной задачи нами проводятся исследования по теме доклада, в процессе которых решаются научно-практические вопросы, в том числе: создание шнекового устройства для сушки зерна; разработка методики проведения исследований про-

© Крайнов Ю.Е., аспирант; Юсипова Э.М., аспирант

* Научный руководитель: Оболенский Н.В., д.т.н., профессор

цесса сушки зерна; исследование удельного электропотребления при сушке зерна; выполнение лабораторных и производственных исследований для подтверждения достоверности теоретических предположений, а также для оценки экономической эффективности применения вновь созданного устройства; разработка рекомендаций по использованию устройства в условиях фермерских хозяйств и небольших зернопроизводящих предприятий.

Из намеченных для решения вопросов большинство уже имеет практическую реализацию[2]. На рис.1 показан общий вид шнекового устройства для сушки зерна - в дальнейшем тексте устройство.

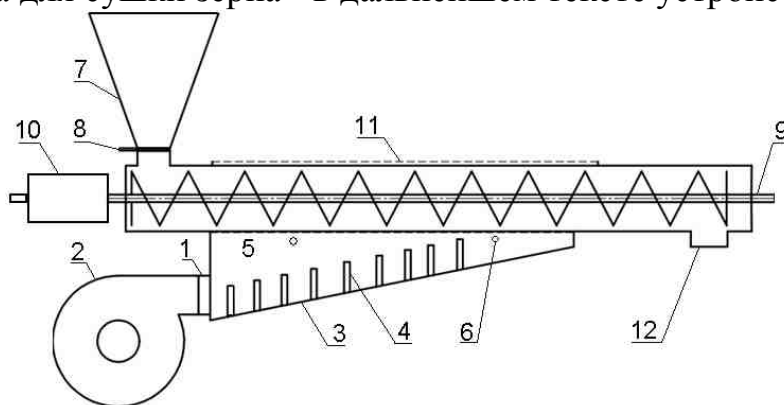


Рис. 1. Общий вид шнекового устройства для сушки зерна.

Представленный общий вид (рис.1.) детально раскрывает конструктивное его содержание: заслонка 1, с помощью которой регулируется расход воздуха; вентилятор 2 для прокачки воздуха через теплогенератор 3, в котором установлены ТЭНы 4, преобразующие электрическую энергию в тепловую; воздуховод 5 с расположенными в нём термодатчиками 6; загрузочный бункер 7 с заслонкой 8; шнек 9 для перемещения зерна; редуктор 10 для изменения скорости вращения шнека; утеплитель 11; выгрузное отверстие 12.

Принцип работы устройства таков. Загрузочный бункер 7 заполняют просушиваемым зерном. Выдвигают заслонку 8 и подают зерно к шнеку. Открывают заслонку 1 вентилятора 2. Включают вентилятор и ТЭНы посредством щита управления, оснащенного электросчетчиком, вольтметром, амперметром и ваттметром. Контроль за температурой нагрева воздуха осуществляется с помощью термодатчиков 6, в воздуховоде. Выгрузка просушенного зерна осуществляется путём вращения шнека. Толщина зернового слоя в шнеке варьируется от 10 до 80 мм.

Для нормального протекания процесса (прогрева, сушки, прокаливания и т.д.) в устройстве предусмотрен воздуховод, обеспечивающий равномерный подвод теплоты ко всей площади слоя зерна, под-

вергающегося тепловой обработке, а также постоянный отвод образующейся на поверхности зерна влаги (т.е. постоянный подвод сухого и отвод влажного воздуха). Биологические особенности зерна определяют его максимальную температуру нагрева и максимальный влагосъем. Выполнение этих требований (условий) напрямую связано с параметрами установки: в первую очередь с параметрами теплоотдающих элементов, которые определенным образом характеризуют источник теплоты и определяют его режимы работы: температуру, потребляемую мощность и др.; характером распределения температуры по объему зернового слоя, толщиной зернового слоя, расходом агента сушки и т.д. Помимо этого в процессе сушки учитывается состояние окружающей среды: температура и влажность.

Процесс сушки определяется большой совокупностью разнообразных факторов, каждый из которых прямо или косвенно влияет на эффективность работы устройства в целом.

Устройство позволяет исследовать электропотребление при тепловой обработке зерна в двух режимах: с полным отводом отработавшего воздуха и при частичной циркуляции. В первом случае устройство работает следующим образом. Отмеряют количество зерна равное объёму шнековой камеры, взвешивают и засыпают в загрузочный бункер 7, открывают заслонку 8 и заполняют шнековую камеру 12. Включают под напряжение ТЭНы 4 и вентилятор 2. Нагнетаемый вентилятором воздух прокачивается через слой зерна, находящегося в камере. Регулировка расхода воздуха осуществляется заслонкой 1. Контактная с нагретым воздухом, зерно нагревается и теряет излишки влаги. Для достижения времени сушки зерна регулируем скорость вращения шнека редуктором 10. В процессе сушки замеряется её время и мощность, потреблённая тэнами теплогенератора и вентилятором. Для создания циркуляции воздуха направляем часть отработанного воздуха на всасывающий патрубок вентилятора 9. Осуществляются те же замеры: потребляемой мощности с помощью ваттметра, а также с помощью амперметра и вольтметра; времени нагрева воздуха до заданной температуры с помощью термодатчиков и секундомера; экспозиции сушки в неподвижном режиме с помощью секундомера; времени прохождения зерна через камеру с помощью секундомера; расход электроэнергии на нагрев воздуха до заданной температуры и его прокачку с помощью электросчетчика.

Характер протекания процесса тепловой обработки зерна определяется механизмом перемещения влаги внутри него, энергетикой испарения и механизмом перемещения влаги с поверхности зерна в окружающую среду через так называемый пограничный слой, распо-

ложенный у поверхности зерна.

Нами получено уравнение для расчета мощности N , необходимой для обеспечения процесса тепловой обработки зерна в предлагаемом шнековом устройстве (требуемой на привод вентилятора и нагрев воздуха, подаваемого вентилятором и на привод шнека)

$$N = \frac{L_6 \left[\frac{2L_6 \rho v}{\pi(D_3^2 - d_6^2)} \left(1 + \frac{64l_k}{Re D_3} + \xi_M \right) + H_k \right]}{\eta_2 \eta_M \eta_n} + k_3 \frac{c_6 \rho L_6 (t_{вых} - t_{вх})}{\eta}, \quad (1)$$

- где L_6 – подача вентилятора, м³/с;
 ρ – плотность воздуха, кг/м³;
 v – скорость воздуха, м/с;
 D_3 – диаметр сечения кожуха эквивалентного прямоугольному, м;
 l_k – длина кожуха устройства, м;
 Re – число Рейнольдса;
 ξ_M – приведенный коэффициент местных сопротивлений;
 H_k – потери давления в теплогенераторе, Па;
 η_2 – гидравлический (аэродинамический) КПД вентилятора;
 η_M – механический КПД вентилятора;
 η_n – КПД привода вентилятора;
 c_6 – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С);
 $t_{вых}$ – температура воздуха на выходе из теплогенератора, °С;
 $t_{вх}$ – температура воздуха на входе в теплогенератор, °С;
 η – КПД теплогенератора [3].

$$D_3 = \sqrt{\frac{4bh}{\pi}},$$

- где b – ширина живого сечения теплогенератора, м;
 h – высота живого сечения теплогенератора, м.

Расчитав N можно определить теоретическую величину удельного расхода электроэнергии ($W_{уд}$) на удаление 1 % влаги из 1 кг зерна, Вт·ч/кг·%,

$$W_{уд.м} = \frac{N\tau}{G_3 \Delta\omega},$$

- где N – количество электроэнергии, рассчитанной по формуле (1), Вт;
 τ – время сушки, ч;
 G_3 – масса просушенного зерна, кг;
 $\Delta\omega$ – требуемое снижение влажности зерна (разница влажности зерна до и после сушки), %, определяемое по уравнению

$$\Delta\omega = \omega_{\text{вх}} - \omega_{\text{вых}},$$

где $\omega_{\text{вх}}$ - влажности зерна до сушки, %;

$\omega_{\text{вых}}$ - влажности зерна после сушки, %.

Фактическая же величина удельного расхода электроэнергии определяется по формуле

$$W_{\text{уд}} = \frac{W}{G_3 \Delta\omega},$$

где W – количество электроэнергии, израсходованной на сушку зерна и прокачку воздуха, Вт·ч.

Лабораторные исследования устройства планируется проводить в режиме сушки пшеницы сорта «Московская 39».

Литература

1. *Малин Н.И.* Энергосберегающая сушка зерна / *Н.И. Малин.* - М.: КолосС. – 2004. - 240 с.
2. *Оболенский Н.В.* Малогабаритная зерносушилка для фермерских хозяйств / *Н.В. Оболенский, Д.Ю. Данилов* // «Механизация и Электрификация сельского хозяйства». – 2011. – № 10 – С. 26, 27.
3. *Оболенский Н. В.* Электронагрев в сельскохозяйственных обрабатывающих и перерабатывающих производствах / *Н.В. Оболенский.* – Н. Новгород: НГСХИ. 2007. – 350 с.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА В УМОВАХ МАЛИХ ФОРМ ГОСПОДАРСТВ

Крайнов Ю.Е., Осипова Е.М.

Анотація – розглядається шнековий пристрій, принцип дії, дослідження питомого енергоспоживання та методика експериментальних досліджень.

APPARATUS FOR HEAT TREATMENT OF GRAIN IN A SMALL FARMS

Yu. Kraynov, E. Osipova

Summary

It is about screw unit for drying grain, how it works, research of the specific energy consumption, and the method of experimental research.