



УДК 631.365.22

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СУШКИ ЗЕРНА В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Оболенский Н.В., д.т.н.,

Данилов Д.Ю., аспирант*

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, г. Зерноград (Российская Федерация)

Тел.: (831166) 4-15-50

Аннотация - рассматривается устройство и принцип работы кассетного устройства для лабораторных исследований, в том числе, удельного энергопотребления, и сушки зерна в фермерских хозяйствах.

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

Постановка проблемы. 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 энергозатратны и 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].

Анализ последних исследований. 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 нами осуществлена разработка кассетного устройства для сушки зерна, адаптированного к условиям мелкотоварного сельскохозяйственного производства [2...4].

Формулирование цели статьи. Обеспечить снижение энергозатрат и повышения качества сушки зерновых за счет разработки устройства для сушки зерна, адаптированного к условиям мелкотоварного сельскохозяйственного производства.

© Н.В. Оболенский, д.т.н.; Д.Ю. Данилов, аспирант

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



Рис. 1. Кассетное устройство для сушки зерна.

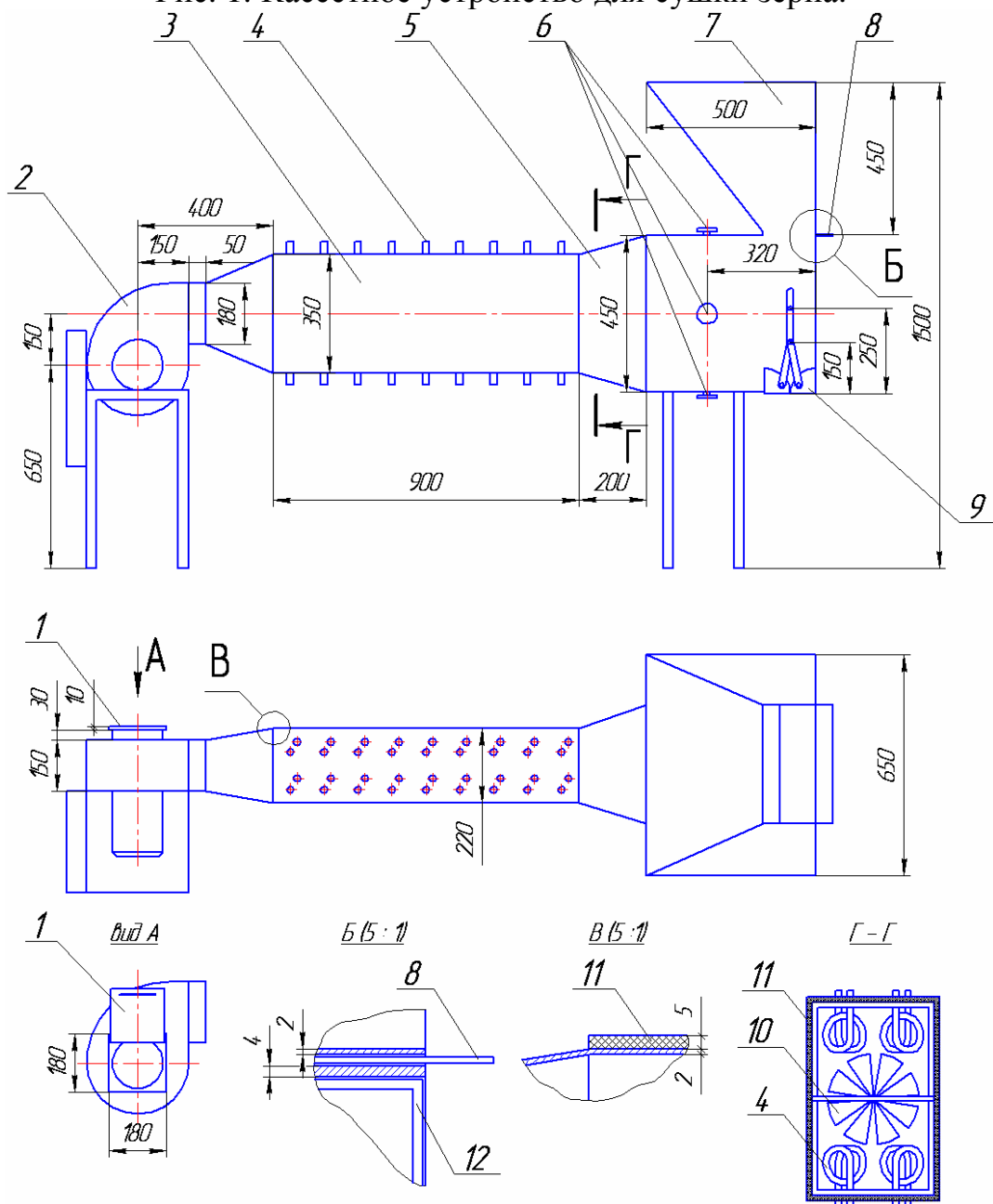


Рис. 2. Чертеж кассетного устройства.

Основная часть. На рис.1 показан общий вид запатентованного кассетного устройства для сушки зерна - в дальнейшем тексте устройство. На рис.2 представлен чертёж устройства, детально раскрывающий 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; раскрывающиеся створки 9 для выгрузки просушенного зерна; турбулизатор 10 для перемешивания слоёв воздуха с различной температурой; утеплитель 11; кассета 12, представляющая собой металлический короб, у которого передняя и задняя стенки выполнены из сетки, вверху расположено загрузочное, а в низу – разгрузочное отверстия.

Принцип работы устройства таков. Устанавливают кассету 12. Загрузочный бункер 7 заполняют просушиваемым зерном. Выдвигают заслонку 8 и заполняют кассету зерном. Открывают заслонку 1 вентилятора 2. Включают вентилятор и тэны посредством щита управления (рис.1), оснащенного электросчетчиком, вольтметром, амперметром и ваттметром. Контроль за температурой нагрева воздуха осуществляется с помощью термодатчиков 6, установленных перед кассетой с зерном. Выгрузка просушенного зерна осуществляется путём открывания створок 9.

Толщина зернового слоя в кассете – 150 мм. В кассете предусмотрена возможность установки одной или двух перегородок с целью варьирования толщины слоя зерна: 50, 100 и 150 мм.

Для нормального протекания процесса (прогрева, сушки, прокачивания и т.д.) в устройстве предусмотрен турбулизатор, обеспечивающий равномерный подвод теплоты ко всей площади слоя зерна, подвергающегося 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 влагосъём. 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 объёму 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: в неподвижном и подвижном слоях зерна. В первом случае устройство работает следующим образом. Отмеряют количество зерна равное объёму кассеты, взвешивают и засыпают в загрузочный бункер 7, открывают заслонку 8 и заполняют кассету 12. Включают под напряжение тэны 4 и вентилятор 2. Нагретый вентилятором воздух турбулизуется и прокачивается через слой зерна, находящегося в кассете. Регулировка расхода воздуха осуществляется заслонкой 1. Контактируя с нагретым воздухом, зерно нагревается и теряет излишки влаги. Спустя определенное время (экспозиция сушки) открывают створки 9, подсушенное до требуемой кондиции зерно самотёком высыпается из кассеты и взвешивается. В процессе сушки замеряется её время и мощность, потреблённая тэнами теплогенератора и вентилятором. Для создания подвижного режима сушки слоя зерна открывают заслонку 8 и приоткрывают створки 9. Зерно начинает истекать из кассеты в процессе сушки. 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 истечения зерна через кассету в подвижном режиме также 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, расположенный у поверхности зерна.

Температура конструктивных элементов устройства в процессе сушки зерна (рис. 3, рис. 4) регистрировалась посредством тепловизора Flir T335.

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

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

- 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_v – 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 [5].

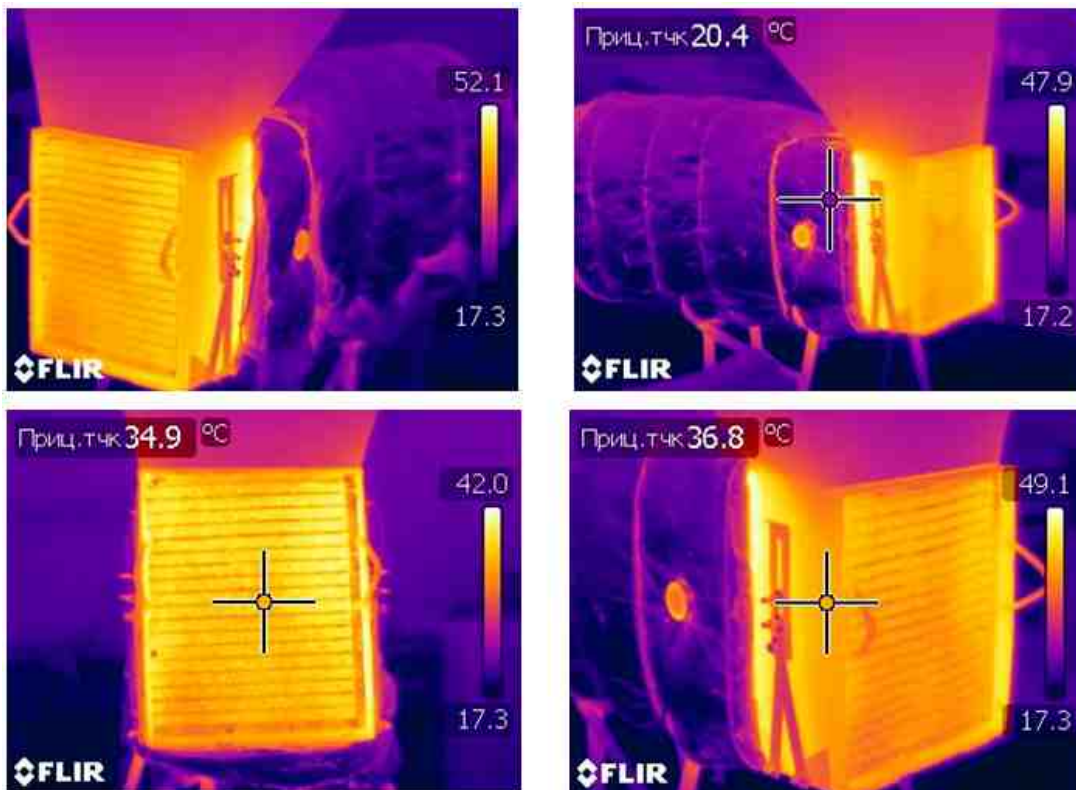


Рис. 3. Температуры конструкционных элементов устройства в процессе сушки зерна.

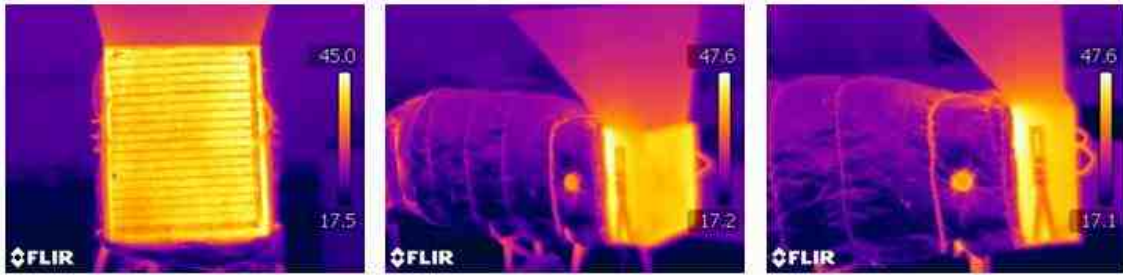


Рис. 4. Температурные поля с наружной стороны кассеты, воздуховода и теплогенератора.

$$D_3 = \sqrt{\frac{4bh}{\pi}}, \quad (2)$$

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

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

$$W_{уд.т} = \frac{N\tau}{G_3\Delta\omega}, \quad (3)$$

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

$$\Delta\omega = \omega_{вх} - \omega_{вых}, \quad (4)$$

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

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

Фактическая же величина удельного расхода электроэнергии определяется по формуле

$$W_{уд} = \frac{W}{G_3\Delta\omega}, \quad (5)$$

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

Вывод. Лабораторные исследования устройства проводили в режиме сушки пшеницы сорта «Московская 39». В результате исследований выявили, что удельные затраты электроэнергии на удаление 1

% влаги из 1 кг зерна составляют: теоретические 0,30 и практические 0,31 Вт · ч/кг · %. Таким образом, получена высокая сходимость теоретических и практических результатов, что подтвердило возможность обеспечения кондиционной влажности зерна посредством вновь созданного кассетного устройства для его сушки.

Литература

1. *Малин Н.И.* Энергосберегающая сушка зерна / *Н.И. Малин* - М.: КолосС. 2004. - 240 с.
2. Патент на полезную модель № 115164. Устройство для исследования процесса сушки зерна / *Н.В. Оболенский, Д.Ю. Данилов* (РФ). – 4 с: ил.1. Опубл. 27.04.2012. Бюл. № 12.
3. *Оболенский Н.В.* Малогабаритная зерносушилка для фермерских хозяйств / *Оболенский Н. В.*// «Механизация и Электрификация сельского хозяйства». 2011. – № 10. – С. 26, 27.
4. *Оболенский Н.В.* Устройство для исследования процесса сушки зерна / *Н.В. Оболенский, Д.Ю. Данилов* // «Аграрная наука Евро-Северо-Востока». 2012. - № 2 (27). – С. 61...64.
5. *Оболенский Н.В.* Электронагрев в сельскохозяйственных обрабатывающих и перерабатывающих производствах / *Н.В. Оболенский* – Н.: Новгород: НГСХИ, 2007. – 350 с.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І СУШІННЯ ЗЕРНА У ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Оболенський М.В., Данилов Д.Ю.

Анотація – розглядається пристрій і принцип роботи касетного пристрою для лабораторних досліджень, у тому числі, питомого енергоспоживання, і сушіння зерна у фермерських господарствах

UNIT FOR LABORATORY RESEARCHES AND DRYING GRAIN IN FARMS

N. Obolensky, D. Danilov

Summary

Arrangement and principle of work of a cassette unit for laboratory researches, including specific energy use and drying grain in farms is considered.