

ты денежных средств в этом случае также относительно велики.

Таким образом, использование средств повышения энергетической эффективности биогазовых реакторов позволит значительно расширить сферу их применения в АПК при обработке органических отходов различного состава, однако решение об использовании того или иного метода должно приниматься исходя из конкретных условий сельскохозяйственного предприятия.

УДК 631.365.22

Н.В. Оболенский, доктор техн. наук

Д.Ю. Данилов

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНДИЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ КАССЕТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЕГО СУШКИ

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 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].

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 авторы статьи проводят исследования, в процессе которых решаются научно-практические вопросы, в том числе: создание кассетного устройства для сушки зерна; разработка методики проведения исследований процесса сушки зерна; исследование удельного электропотребления при сушке зерна; выполнение лабораторных и производственных исследований для подтверждения достоверности теоретических предпосылок, а также для оценки экономической эффективности применения вновь созданного

Список литературы

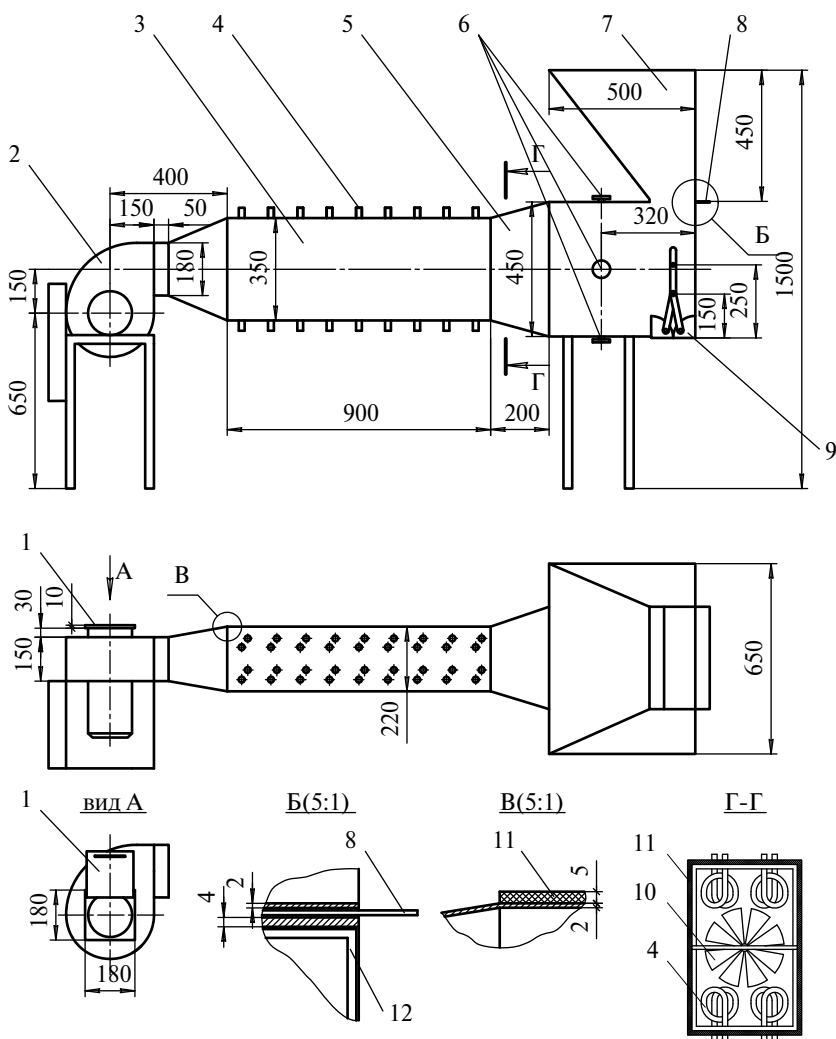
1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. — М.: Колос, 1982. — 148 с.
2. Ковалёв, А.А. Энергетические аспекты использования биомассы на животноводческих фермах России / А.А. Ковалёв // Российский химический журнал. — 1997. — Т. 41. — № 6. — С. 100–104.
3. Осмонов, О.М. Основы инженерного расчета гелиобиоэнергетических установок: научн. изд. / О.М. Осмонов. — М.: Издат.-аналитический центр «Энергия», 2011. — 176 с.

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]. Кассетное устройство для сушки зерна (в тексте статьи *устройство*) запатентовано решением от 13.01.2012 № 2011139529 о выдаче патента на полезную модель и решение от 08.02.2012 № 2011503329 о выдаче патента на промышленный образец.

На рисунке представлен чертеж 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; воздухопровод 5 с расположенными в нем термодатчиками 6; загрузочный бункер 7 с заслонкой 8; раскрывающиеся створки 9 для выгрузки просушенного зерна; турбулизатор 10 для перемешивания слоев воздуха с различной температурой; утеплитель 11; кассета 12, представляющая собой металлический короб, у которого передняя и задняя стенки выполнены из сетки, сверху расположено загрузочное, а внизу — разгрузочное отверстие.

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 (см. рисунок), оснащенного электросчетчиком, вольтметром, ампер-



Устройство для сушки зерна

метром и ваттметром. Контроль за температурой нагрева воздуха осуществляется с помощью термодатчиков 6, установленных перед кассетой с зерном. Выгрузка просушенного зерна осуществляется путем открывания створок 9.

Толщина зернового слоя в кассете составляет 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, прокаливания 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 влагосъем. Выполнение этих требований (условий) напрямую связано с параметрами установки: в первую очередь с параметрами теплоотдающих элемен-

тов, 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: в неподвижном и подвижном слоях зерна. В первом случае устройство работает следующим образом. Отмеряют количество зерна, равное объему кассеты, взвешивают и засыпают в загрузочный бункер 7, открывают заслонку 8 и заполняют кассету 12. Включают под напряжение тэны 4 и вентилятор 2. Нагнетаемый вентилятором воздух турбулизуется и прокачивается через слой зерна, находящегося в кассете. Регулировка расхода воздуха

осуществляется заслонкой 1. Контактная с нагретым воздухом, зерно нагревается и теряет излишки влаги. Спустя определенное время (экспозиция сушки) открывают створки 9, подсушенное до требуемой кондиции зерно самотеком высыпается из кассеты и взвешивается. В процессе сушки замеряется ее время и мощность, потребленная 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.

Авторы получили уравнение для расчета мощности N , необходимой для обеспечения процесса тепловой обработки зерна в предлагаемом кассетном устройстве (требуемой на привод вентилятора и нагрев воздуха, подаваемого вентилятором).

Таким образом,

$$N = \frac{L_B \left[\frac{2L_B \rho v}{\pi(D_3^2 - d_B^2)} \left(1 + \frac{64l_K}{Re D_3} + \xi_M \right) + H_K \right]}{\eta_r \eta_M \eta_{\Pi}} + k_3 \frac{c_B \rho L_B (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}})}{\eta},$$

где L_B — 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_r — гидравлический (аэродинамический) КПД вентилятора; η_M — механический КПД вентилятора; η_{Π} — КПД привода вентилятора; c_B — удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C); $t_{\text{ВЫХ}}$ — температура воздуха на выходе из теплогенератора, °C; $t_{\text{ВХ}}$ — температура воздуха на входе в теплогенератор, °C; η — КПД теплогенератора [3].

Поэтому

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

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

Рассчитав N , можно определить теоретическую величину удельного расхода электроэнергии $W_{\text{уд}}$ на удаление 1 % влаги из 1 кг зерна, Вт·ч/кг·%:

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

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 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·кг·%. Таким образом, имеется высокая сходимости теоретических и практических результатов, что подтверждает возможность обеспечения кондиционной влажности зерна посредством вновь созданного кассетного устройства для его сушки.

Список литературы

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.

УДК 631.362.2; 631.354.2

Ю.А. Матросов

В.И. Потапов

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА СОРТИРОВАНИЕМ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНЫМ СЕПАРАТОРОМ

Производство высококачественного зерна остается ключевой проблемой развития сельского хозяйства. Разнокачественность семян — явление широко распространенное в растениеводстве, выражающееся в том, что семена одного растения

или даже колоса, метелки, початка неравнозначны по своим морфологическим и физиолого-биохимическим показателям.

Исследованием этого вопроса занимались многие ученые, и все однозначно пришли к выво-