

дробно. Это еще больше повысит точность регулирования, но потребует дополнительной аппаратуры – использования блока тиристорov. Еще одним способом энергосбережения может стать регулируемое управление вентилятором, обеспечивающим выравнивание температурного поля в инкубационном шкафу. Регулирование можно связать с количеством включенных ТЭНов и величиной мощности, используемой в данный момент. Однако, этот способ требует проведения дополнительного исследования на предмет обеспечения необходимого воздухообмена в разные периоды инкубации.

Поддержать уровень углекислого газа можно только за счет вентиляции шкафа.

Таким образом, добиться точности поддержания технологических параметров в инкубационном шкафу позволит микропроцессорная система управления, которая по сигналам датчиков температуры, влажности и содержания углекислого газа будет взаимосвязно управлять нагревателями, системой охлаждения и увлажнения. Причем также следует управлять этими устройствами с учетом изменения связанных технологических параметров в соответствии с периодом инкубации. При этом энергосбережения можно добиться, если использовать многопозиционный закон управления группами ТЭНов, которые могут быть подключены на различную величину напряжения за счет тиристорной группы.

Список использованной литературы

1. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – Минск : Новое знание, М.: ИНФРА-м, 2015. – 376 с.

УДК 631.363;636.2084.7

В.И. Передня, д-р техн. наук, Е.Л. Жилич,

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

В.Н. Еднач, канд. техн. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Ю.Н. Рогальская, А.М. Злотник,

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАГРЕВА ЗЕРНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ПРОЦЕСС ИХ ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Ключевые слова: индукционный нагрев, зернофураж, завихритель, винтовой смеситель, электромагнитном поле.

Keywords: induction heating, grain fodder, swirler, screw mixer, electromagnetic field.

Аннотация: В работе исследовалось влияние предварительного нагрева исходных компонентов, поступающих в экструдер, на качество и скорость экструдирования. Изготовлена экспериментальная установка устройства для подогрева исходных компонентов поступающих в экструдер и проведены на ней исследования. Проведено обоснованы параметров устройства для подогрева и построен график результатов исследований.

Abstract: In this work, we studied the effect of preheating of the initial components entering the extruder on the quality and speed of extrusion. An experimental setup was made for a device for heating the initial components entering the extruder and studies were carried out on it. The parameters of the device for heating were substantiated and a schedule of research results was built.

Индукционный нагрев получил широкое распространение в промышленности и научных исследованиях.

Основной особенностью индукционного нагрева является образование и выделение теплоты в самих нагреваемых телах. Это позволяет передавать в них больше мощности, получать высокие термические КПД за счет выделения теплоты только в нужных местах [6].

Поскольку зернофураж относится к не проводящим электричество, то будем рассматривать только косвенный нагрев. В устройствах косвенного нагрева температуры и удельные мощности ограничены теплоотдачей от промежуточного нагрева. Однако с помощью таких устройств можно получать высокую равномерность нагрева, нагревать непроводящие электричество материалы, получать высокие энергетические показатели провеса (КПД и коэффициент мощности) [7]. К этому типу относятся довольно многочисленная группа устройств для обогрева технологического оборудования: химических реактивов, трубопроводов, экструдеров и т.д.

Обеспечивая нагрев данной зоны, необходимо учитывать неизбежность иногда ненужного, а порой вредного нагрева зон замыкания вихревых токов. Этому недостатку лишен так называемый полу-индукционный нагрев, при котором так подводится к изделию через контакты, а его путь по нагреваемому телу формируется за счет обратного проводника, выполняющего роль индуктирующего провода [8].

Из известных способов тепловой обработки зерна наибольший интерес представляет экструдирование. В процессе экструдирования, благодаря высокой температуре (110–160 °С) и давлению (5 МПа), крахмал распадается на простые сахара, а витамины и аминокислоты в связи с кратковременностью обработки, сохраняются [2].

Однако экструдирование имеет один очень большой недостаток, заключающийся в высокой энергоемкости процесса. Для эффективного использования процесса экструдирования требуется доработка данного процесса, позволяющая уменьшить расход электроэнергии и увеличить производительность [1].

Поэтому целью исследовательских испытаний была задача обосновать параметры устройства для подогрева исходных компонентов поступающих в экструдер посредством использования электромагнитного поля индуктора.

Для проведения исследовательских испытаний была изготовлена экспериментальная установка устройства для подогрева зернобобовой смеси перед подачей в экструдер предназначенного для приготовления зернового концентрата в условиях хозяйств на основе экструдирования зерновой смеси [3].

Устройство для подогрева зернобобовой смеси перед подачей ее в экструдер включает приемное окно, винтовой смеситель, увлажнитель, индуктор, корпус винтового смесителя, вал винтового смесителя, перебрасывающие лопатки, винтовой смеситель, шибер, окно, витки и винтовые смесителей, завихритель.

Первоначальная порция исходного сырья подается в приемное окно, из которого поступает в соединенный с ним винтовой смеситель, заключающий корпус на котором установлен увлажнитель, из которого дозированно подается вода на транспортируемое с помощью вала, витков, завихрителей сырье, которое смешивается и нагревается посредством индуктора и подается на перебрасывающие лопатки, последние перегружают ее в винтовой смеситель, соединенный с экструдером, в котором движущееся сырье продолжает нагреваться и перемешиваться. Если подогретое сырье не достигло требуемой температуры, то шибер остается закрытым и масса продолжает движение до перебрасывающих лопаток, которые перегружают ее в окно винтового смесителя и цикл продолжается для нагрева массы до заданной температуры, после чего шибер открывается и сырье поступает в экструдер.

Исследования основных показателей энергетической оценки.

По заданной производительности нагреваемого потока определяют потребляемую мощность:

$$P_1 = 4,18c(T_k - T_n)П, \quad (1)$$

где c – теплоемкость металла, кал/(кг·°С);

$П$ – производительность потока, кг/мин;

$T_k - T_n$ – разность конечной и начальной температуры, °С.

В нашем случае при непрерывно последовательном движении потока можно определить, длину индуктора:

$$l_m = \frac{Pt_{\min}}{S_2 V_2 (i)^3}, \quad (2)$$

где S_2 и V_2 соответственно сечение нагреваемой заготовки (труба) в см^2 и удельный вес ее материалов г/см^3 [4].

Электрический расчет индуктора.

Активное сопротивление индуктора, отнесенное к одному витку

$$r_i = \Pi_i \rho_1 (t_i \Delta i), \quad (3)$$

где Π_i – периметр проводов, по которым протекает ток;

$\rho_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ – удельное сопротивление меди;

l_i – длина индуктора;

Δi – толщина кожуша шнека.

Индуктивное сопротивление, Ом, трубы отнесенное к одному витку:

$$x_i = \omega \mu_0 (S_1 / t_1) K_{xt}, \quad (4)$$

где $\omega = 2\pi f$ (f – частота тока, Гц);

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9};$$

S_1 – торцевая площадь сечения, окруженная токопроводом индуктора, см^2 ;

K_{xt} – коэффициент индуктивного сопротивления [5].

Результаты опытов приведены на рисунке 1.

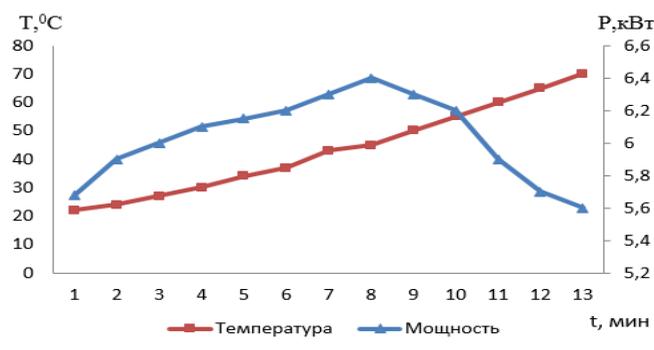


Рисунок 1 – Зависимость потребной мощности и температуры нагрева пасты от времени обработки (Соотношение компонентов: рапс – 0,8 кг; кукуруза – 0,6 кг; тритикале – 0,4 кг), $W_{уд} = 0,23$ кВт ч/Т

Применение циркуляции по замкнутому циклу исходного сырья и дозированной подачи воды на него, позволяет нагреть и увлажнить исходное сырье в потоке до заданных требований, что позволяет повысить качество и производительность переработки экструдированного корма, что повышает усвояемость исходного сырья до 70–75 %.

Преимущество предлагаемого изобретения состоит в том, что за счет непрерывного транспортирования, с одновременным увлажнением, смешиванием и предварительным индукционным нагревом исходного сырья валом и витками винтовых смесителей, находящихся в электромагнитном поле индуктора позволяют уменьшить температуру нагрева и время нахождения исходного сырья в экструдере, что обеспечивает уменьшение энергоемкости процесса обработки и увеличение производительности устройства.

Список использованной литературы

1. Исследование процесса переработки зернобобовых компонентов в легкоусвояемый корм для кормления телят: Труды международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве», Варшава, ИБМЭР, 2004 г.; В.И. Передня [и др.] – Варшава, ИБМЭР, 2004 – С. 15–16.

2. Экструдированное, микронизированное и вструдированное зерно в рационах телят: Конкурентоспособное производство продукции животноводства в Республике Беларусь: Сб. работ междунар. науч.-произв. конф, Брест 1999 г., Н.А. Яцко, В.Ф. Радчиков – Брест, 1999. – Ч. II. – С. 165–166.

3. Экспансионная обработка зерна ржи с помощью экспандера с электрическим нагревом корпуса шнека: Научный поиск молодежи XXI века: материалы VIII Международной научной конференции студентов и магистрантов (Горки 23–25 октября 2006 г.) / Учреждение образования "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия"; А.М. Белоусов, С.И. Козлов, – Горки, 2006. – Ч. 1. – С. 210–211.

4. Экономическая эффективность внедрения экспандера концентрированных кормов с регулируемой предматричной камерой и электрическим нагревом корпуса шнека: Научный поиск молодежи XXI века: материалы VIII Международной научной конференции студентов и магистрантов (Горки 23–25 октября 2006 г.) Учреждение образования "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия"; А.С. Анищенко, С.И. Козлов – Горки, 2006. – Ч. 1. – С. 204–206.

5. Новиков, В.В. Исследование рабочего процесса и обоснование параметров пресс-экструдеров для приготовления концентратов, Автореферат канд. дисс – Волгоград; Волгоградский СХИ 1987.

6. Немков, В.С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева/ В.С. Немков, В.Б. Демидович. – Л.: Энергоиздат, 1988.

7. Сухоцкий, А.В. Индукторы для индукционного нагрева /А.В. Сухоцкий, С. Е. Рыскин. – Л.: Энергия 1974.

8. Лыков, А.В. Теория теплопроводности /А.В. Лыков. – М.: – Высшая школа – 1967.