

**Р.П. МИГУЩЕНКО**, канд. техн. наук, доцент каф. ИИТС,  
**О.Ю. КРОПАЧЕК**, канд. техн. наук, старший преподаватель каф. ТОЭ,  
**О.В. МАСЛОВА**, магистр каф. ИИТС (г. Харьков)

## **АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕСС-ЭКСТРУДЕРОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

В статті проведений аналіз теплофізичної моделі п'ятизонного прес-екструдера маслянистих культур, визначені керуючі збурення адаптивної системи управління для досягнення цим агрегатом максимально можливого значення кількості корисного продукту – рослинної олії, підготовлена теоретична основа для розробки алгоритму функціонування системи управління згаданим агрегатом, намічені перспективи подальших досліджень

In clause the technique of analytical synthesis of models of the observer of multizoned through passage units is considered. Three models of the observer are synthesized on the basis of static thermal physical model press of cultures with oil. The opportunity of definition of optimum model for research of the characteristics of the chosen object is shown depending on the put tasks. The prospects of the further researches are planned

**Постановка проблемы.** Пресс-экструдеры масличных культур, предназначенные для отжима маслосодержащих культур и получения полезного продукта в виде растительных масел, являются яркими представителями агрегатов класса многозонных проходных [1]. Введение в эксплуатацию подобных объектов позволяет добиваться определенных экономических достижений, чему способствует новая промышленная политика Украины. Дальнейшее усовершенствование таких стратегически важных объектов как пресс-экструдеры масличных культур может способствовать улучшению их технических и технологических характеристик. В частности, получение максимально возможного количества растительных масел на выходе является приоритетной технико-экономической задачей для указанных агрегатов [2].

В современных условиях, наиболее рациональным поиском оптимизационных решений, является анализ моделей изучаемых объектов. Авторами был проведен детальный анализ теплофизической модели пятизонного пресс-экструдера масличных культур [2], а также его модели наблюдателя [3] и выявлено что усовершенствование агрегата возможно применением новой, более совершенной системы управления.

**Анализ литературы** показал, что в [4] была решена задача увеличения количества растительного масла в пресс-экструдерах, за счет использования адаптивной системы управления. Управляющими воздействиями в этой системе управления являлись температуры зон нагрева. Недостатком выбора таких управлений является инерционность выхода показателей температур на заданные уровни, что ограничивало спектр использования агрегатов на производстве. Т.к. постоянные времени температур зон нагрева в агрегатах оп-

ределяются десятками минут, базовый пятизонный пресс-экструдер с производительностью 800 кг исходного сырья в смену с реализованной адаптивной системой управления способен работать эффективно только с крупными партиями сырья. При переработке малых партий (давальческая схема) происходит нарушение неравенства

$$t_{\text{д}} \ll t_{\text{э}},$$

где  $t_{\text{д}}$  – время движения к экстремуму,  $t_{\text{э}}$  – время стабилизации экстремума,

что приводит к эффекту постоянного поиска экстремума, не выхода на экстремум за необходимый отрезок времени, работы в неоптимальных температурных диапазонах, и, как следствие, потери выходного полезного продукта. В данной статье авторами предпринята попытка нахождения других управляющих воздействий, использование которых позволит устранить (уменьшить) указанные выше недостатки работы пресс-экструдера масличных культур.

**Целью статьи** является анализ теплофизической модели пятизонного пресс-экструдера масличных культур, определение управляющих воздействий системы управления для достижения этим агрегатом максимально возможного значения количества полезного продукта (растительного масла), подготовка обоснования для разработки алгоритма функционирования системы управления исследуемым агрегатом.

**Анализ теплофизической модели пресс-экструдера масличных культур.** В качестве базовой модели пресс-экструдера выбираем [2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = \frac{qP}{MC_1} + \frac{qQl_1}{MC_1l}, \\ T_2 = T_1 + \frac{qP}{MC_2} + \frac{qQl_2}{MC_2l}, \\ T_3 = T_2 \exp\left(-\frac{\alpha qS_3}{b_1MC_3}\right) + \frac{qQl_3}{MC_3l}, \\ T_4 = T_3 + \frac{qP}{b_1MC_4} + \frac{q}{MC_4l} \frac{Q}{l_4}, \\ T_5 = T_4 \exp\left(-\frac{\alpha qS_5}{b_2MC_5}\right) + \frac{qQl_5}{MC_5l}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $T_1, T_2, T_4$  – температура сырья в зонах нагрева,  $T_3, T_5$  – температура сырья в зерновых зонах,  $C_1, \dots, C_5$  – плотность сырья в соответствующих зонах,  $P$  – мощность нагревателя,  $Q$  – мощность внутреннего тепловыделения,  $\alpha$  – коэффициент теплового обмена,  $M$  – масса проходящего сырья,  $q$  – коэффициент связи,  $S_3, S_5$  – площадь зерновых зон, сквозь которые выносятся растительное масло,  $l_1, l_2, l_4$  – длина зон нагрева,  $l_3, l_5$  – длина зерновых зон,  $\beta_1, \beta_2$  – количество массы, переходящей в следующую зону.

Уравнение (1) можно представить в виде:

$$\begin{cases} T_1 = A_1 + B_1, \\ T_2 = T_1 + A_2 + B_2, \\ T_3 = T_2 \exp\left(-\frac{A_3}{b_1}\right) + Q_1 B_3, \\ T_4 = T_3 + A_4 + B_4, \\ T_5 = T_4 \exp\left(-\frac{A_5}{b_2}\right) + Q_2 B_5. \end{cases} \quad (2)$$

Коэффициенты  $A_1, A_2, \dots, A_5, B_1, B_2, \dots, B_5$  в (2) интегрально отображают свойства сырья (масличность, влажность, засоренность, дисперсность, сорт, тип (семена подсолнечника, сои, рапса, хлопка и т.д.)), индивидуальные особенности оборудования, условия эксплуатации. Изменения названных выше параметров приводит к изменению коэффициентов  $A_i, B_i$ . Например, увеличение влажности сырья приводит к уменьшению трения, а, значит, к снижению мощности внутреннего тепловыделения  $Q$ , а это, в свою очередь, изменяет коэффициенты  $B_i$  и т.д. В общем случае, изменение любого физического параметра (см. рис. 1.2), из рассмотренных в разделе 1, приводит к изменению коэффициентов  $A_i, B_i$ .

Из модели (2) возможно определить модель наблюдателя, которая отражает функциональную зависимость:

$$h = f(T_2, T_3, T_5, Q_1, Q_2, A_i, B_i), \quad (3)$$

где  $\eta$  – количество полезного продукта.

Модель наблюдателя (3) из (2) можно получить в виде:

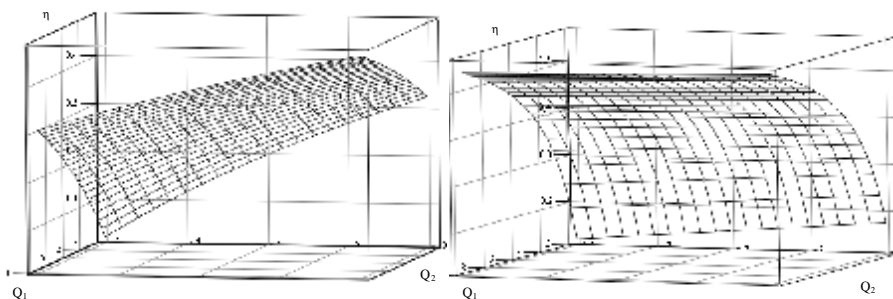
$$h = 1 - \frac{A_5}{\ln\left(\frac{T_3 + \frac{A_4}{b_1} + B_4}{T_5 - Q_2 B_5}\right)}$$

где  $\beta_1$  определяется как:

$$b_1 = \frac{A_3}{\ln\left(\frac{T_2}{T_3 - Q_1 B_3}\right)}$$

### **Моделирование процессов в пресс-экструдере масличных культур.**

На рисунке представлен пример графических изображений демонстрирующих зависимость  $\eta = f(Q_1, Q_2)$  при различных значениях  $A_i, B_i$ , полученных моделированием на ПК.



Полученные изображения указывают на их тождественность изображениям приведенным в [4], что позволяет применить подобный аппарат (адаптивную систему управления) для достижения максимального количества полезного продукта пресс-экструдерами масличных культур.

**Выводы.** Проведенные исследования продемонстрировали, что при помощи подбора управляющих воздействий  $Q_1$ ,  $Q_2$  можно добиться максимального значения  $\eta$  при различных значениях  $A_i$ ,  $B_i$ . Варьирование  $Q_1$ ,  $Q_2$  на практике достигается сужением-расширением выходных отверстий зерновых зон путем использования соответствующего привода. При этом постоянные времени такого регулирования будут на порядок меньше чем в системе, описанной в [4].

**Перспективы дальнейших исследований.** На основании результатов изложенных исследований возможна разработка алгоритма функционирования адаптивной системы управления пресс-экструдерами масличных культур. Этот алгоритм способен обеспечивать достижение максимального выхода из исследуемого агрегата растительных масел в зависимости от текущих параметров сырья и условий внешней среды.

**Список литературы:** 1. Сулима В.В., Овчаренко А.И., Мигущенко Р.П. Технология и оборудование для производства растительных масел НПП "Экструдер" // Масложировая промышленность. – 1998. - №4. - С.14–15. 2. Овчаренко А.И., Сухер А.Н., Мигущенко Р.П. Постановка задачи оптимального управления многозонными проходными технологическими агрегатами. // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. Сборник научных трудов ХГПУ. –1999. -вып.7, ч.3. - С.299–302. 3. Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю. Разработка и исследование математических моделей многозонных проходных агрегатов // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2005. - -вып.131. - С.78–82. 4. Мигущенко Р.П. Адаптивная система управления многозонных проходных технологических агрегатов: Дис. канд. техн. наук.: 05. 13. 07. –Харьков, 2001. – 187 с.

*Поступила в редколлегию 30.12.08*