

Р.П. МИГУЩЕНКО, канд. техн. наук, доцент НТУ «ХПИ»
О.Ю. КРОПАЧЕК, канд. техн. наук, ст. преподаватель НТУ «ХПИ»
О.В. МАСЛОВА, магистр НТУ «ХПИ» (г. Харьков)

АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КООРДИНАТОРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕСС-ЭКСТРУДЕРА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

В статті проаналізована математична модель п'ятизонного прес-екструдера маслянистих культур, вибрана цільова функція, визначені критерії досягнення цільової функції, розроблені апаратне та алгоритмічне забезпечення системи управління прес-екструдером, намічені перспективи подальших досліджень

In article the mathematical model a press-ekstrudera of olive cultures is analysed, criterion function is chosen, criteria of achievement of criterion function are defined, developed hardware and algorithmic maintenance of a control system a press-ekstrudera, prospects of the further researches are planned

Постановка проблеми. Пресс-экструдер, предназначенный для производства растительных масел [1], представляет собой стратегически важный объект для промышленности Украины. Универсализация работы указанного объекта на различных масличных культурах (подсолнечник, соя, рапс и т.д.) с одновременным достижением максимально возможного выхода полезного продукта (растительного масла) может быть достигнута за счет внедрения соответствующей системы управления [2].

Анализ литературы. В [3] была решена выдвинутая задача путем применения адаптивной системы управления. Указанная система позволяла осуществлять поиск максимального значения целевой функции за счет подбора оптимального вектора температур зон нагрева пресс-экструдера. Однако, большая инерционность объекта автоматизации в реальных промышленных условиях часто приводила к несоблюдению неравенства:

$$t_p \gg t_a,$$

где t_p – время работы прессы на застabilизированном сырье, t_a – время адаптации, что ставит под сомнение работоспособность адаптивной системы.

Поэтому авторами была выдвинута идея рассмотреть в качестве управлений изменяющиеся зазоры в зерных зонах [4]. В этом случае постоянные времени регулирования являются гораздо ниже, а следовательно, использование адаптивной системы управления будет эффективней.

Целью статьи является разработка алгоритмического обеспечения адаптивной системы управления пресс-экструдером масличных культур с управлениями в виде изменяющихся зазоров зерных зон.

Параметрическая идентификация математической модели пресс-экструдера. Для разработки алгоритма работы системы управления прес-

экструдера его математическую модель [2] целесообразно представить в виде:

$$\begin{cases} T_{31} = T_{21} \exp\left(-\frac{A_3}{\beta_{11}}\right) + B_3, \\ T_{51} = T_{41} \exp\left(-\frac{A_5}{\beta_{21}}\right) + B_5, \end{cases}$$

где T_3, T_5 – температуры в первой и второй зерновой зоне соответственно, β_1, β_2 – выход полезного продукта из первой и второй зерновой зоне соответственно, A_3, A_5, B_3, B_5 – коэффициенты, характеризующие вид и параметры перерабатываемого сырья.

Вторые индексы при переменных означают принадлежность температурной точке в зерновых зонах (1 или 2). Шаг в малом, сделанный по T_2, T_4 приводит к новой системе уравнений:

$$\begin{cases} T_{32} = T_{22} \exp\left(-\frac{A_3}{\beta_{12}}\right) + B_3, \\ T_{52} = T_{42} \exp\left(-\frac{A_5}{\beta_{22}}\right) + B_5 \end{cases}$$

и фактически образуются следующие системы уравнений:

$$\begin{cases} T_{31} = T_{21} - T_{21} \frac{A_3}{\beta_{11}} + B_3, \\ T_{32} = T_{22} - T_{22} \frac{A_3}{\beta_{12}} + B_3, \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} T_{51} = T_{41} \exp\left(-\frac{A_5}{\beta_{21}}\right) + B_5, \\ T_{52} = T_{42} \exp\left(-\frac{A_5}{\beta_{22}}\right) + B_5, \end{cases} \quad (2)$$

Из уравнений (1, 2) находим коэффициенты A_i, B_i , которые определяют характер поверхности $\eta = f(T_3, T_5, A_i, B_i)$, где $\eta = \beta_1 + \beta_2$ – фактический выход полезного продукта из прессы, [3]:

$$A_3 = \frac{T_{31} - T_{32} - T_{21} + T_{22}}{\frac{T_{22}}{\beta_{12}} - \frac{T_{21}}{\beta_{11}}}, \quad (3)$$

$$B_3 = T_{32} - T_{22} + T_{22} \frac{A_3}{\beta_{12}}, \quad (4)$$

$$A_5 = \frac{T_{51} - T_{52} - T_{41} + T_{42}}{\frac{T_{42} - T_{41}}{\beta_{22} - \beta_{21}}}, \quad (5)$$

$$B_5 = T_{52} - T_{42} + T_{42} \frac{A_5}{\beta_{22}}. \quad (6)$$

Согласно [2] коэффициенты A_i, B_i , полученные в (3-6) имеют вид:

$$A_3 = -\frac{\alpha q S}{\beta_1 M c_3}, \quad B_3 = \frac{q Q_1 \delta}{M c_3}, \quad A_5 = -\frac{\alpha q S}{\beta_2 M c_5}, \quad B_5 = \frac{q Q_2 \delta}{M c_5}, \quad (7)$$

где α – коэффициент теплового обмена, M – масса сырья, проходящая через зерную зону, S – площадь зерных зон, сквозь которые происходит вынос полезного продукта, c_3, c_5 – удельная теплоемкость сырья в соответствующих зонах, δ – относительная длина зерной зоны, Q_1, Q_2 – мощность внутреннего тепловыделения первой и второй зерной зоны соответственно.

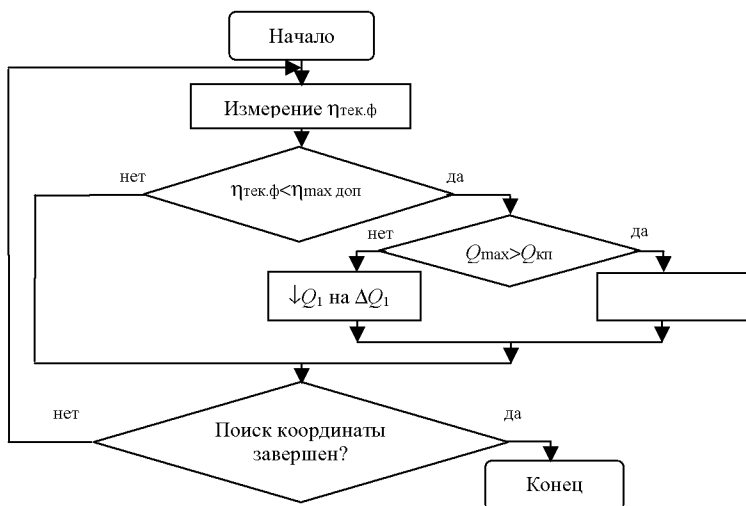
Согласно [4] переменные Q_1, Q_2 связаны корреляционной зависимостью с зазорами в зерных зонах и их вариация, при глобальной неизменности перерабатываемого сырья пресс-экструдером способна привести к увеличению значений β_1, β_2 (выход полезного продукта) до максимально возможного уровня, ограниченного качеством полезного продукта.

Разработка алгоритма работы системы управления пресс-экструдером. При разработке алгоритма работы автоматизированной системы необходимо учесть: 1. Характер поверхности $\eta=f(T_3, T_5, A_i, B_i)$ является уни-модальным; 2. Согласно исследованиям в [4] экстремум рассматриваемой поверхности находится вне разрешенной зоны [5]; 3. Переменные Q_1, Q_2 в (7) являются не наблюдаемыми.

Скудность информации при оптимизации предполагает однозначное использование поисковой адаптации. Регулярными методами поиска в этом случае могут быть [5]: 1. Метод Гаусса—Зайделя; 2. Сканирование; 3. Метод градиента; 4. Метод наискорейшего спуска; 5. Методы экстраполяции поиска; 6. Метод случайного поиска и др. Анализ достоинств и недостатков представленных методов в исследуемом технологическом процессе позволил выбрать в качестве базового метод Гаусса—Зайделя.

В методе Гаусса — Зайделя производится поочередное изменение координат x_1, x_2, \dots, x_n и определяются частные экстремумы $\partial J(x)/\partial x_i=0$ по каждой из координат, при этом все координаты, кроме выбранной, закрепляются. Взяв координату x_1 , при постоянных или нулевых значениях остальных координат отыскивают минимум $\partial j(x)/\partial x_1$. После обращения в нуль $\partial J(x)/\partial x=0$ найденное значение x_1 закрепляется и изменяется координата x_2 до обращения в нуль частной производной $\partial j(x)/\partial x_2=0$ и т.д. Затем осуществляют повторный цикл изменений, начиная с координаты x_1 , и так пока точка экстремума не окажется экстремальной для всех координат.

Алгоритм поиска для одного канала представлен на рисунке.



Выводы. При разработке алгоритма функционирования адаптивной системы управления пресс-экструдерами масличных культур авторами была решена задача параметрической идентификации моделей исследуемых агрегатов, предложено нахождение коэффициентов математической модели прессы, отражающих тип и параметры перерабатываемого сырья, в масштабе реального времени, выбран метод регулярного поиска в условиях нахождения экстремума вне разрешенной зоны.

Перспективы дальнейших исследований. Для реализации системы управления с предложенным алгоритмическим обеспечением необходимо тщательное исследование границ разрешенной зоны [5] при варьировании зазорами в зерных зонах. Такие границы определяются качеством получаемого полезного продукта. По априорным сведениям косвенным показателем выхода в неразрешенную зону регулярного поиска может служить потребляемый ток асинхронного двигателя привода подачи сырья.

Список литературы: 1. Пресс для отжима растительных масел: Патент на изобретение, Государственное патентное ведомство Украины / В.Г. Губарев, В.А. Мельтохов, В.В. Сулима. - №3144; Опубл. 16.05.1994. 2. Овчаренко А.И., Сухер А.Н., Мизуценко 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. Мизуценко Р.П. Адаптивная система управления многозонных проходных технологических агрегатов: Дис. канд. техн. наук.: 05. 13. 07. - Харьков, 2001. - 187 с. 4. Мизуценко Р.П., Кропачек О.Ю., Маслова О.В. Анализ теплофизической модели пресс-экструдеров масличных культур // Вестник НТУ "ХПИ". - 2008. -Вып.56. - С.132-135. 5. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. -М.: Радио и связь, 1988. -128с.

Поступила в редколлегию 25.05.09