

Технічна електродинаміка. Тематический выпуск «Проблемы современной электроники». – 2012. – Ч.1. – С. 15–16.

2. Загирняк М.В. Аналитический расчет магнитных потоков в прямоугольной области с током, имеющей зону с постоянной магнитной проницаемостью / М.В. Загирняк, Ю.А. Бранспиз, А.А. Вельченко // – Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – № 8. – Ч 1. – С. 190–197.

3. Binns K. J. Analysis and computation of electric and magnetic field problems/ K. J. Binns, P. J. Lawrenson. – Oxford.: Pergamon Press, 1993. – 376 с.

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ПАСТЕРИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ

Крупеникова Т.Н., магистрант, Сеньков А.Г., к.т.н., доцент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, РБ*

Качество выпускаемых молочных продуктов зависит от многих факторов, к числу которых в первую очередь относится система управления процессом пастеризации. На сегодняшний день существует множество различных типов пастеризационных установок. Наиболее распространенной является установка с пластинчатым теплообменником.

Существует проблема автоматизации процессов пастеризации. Трудность заключается в поддержании необходимой точности температуры в секции пастеризации. Так, в одноконтурных пастеризаторах нагрев молока происходит непосредственно подачей пара через теплообменник пастеризатора. Возмущающим воздействием в данном случае является возможное изменение давления и температуры пара на входе в теплообменник. Кроме того, удельная теплоемкость разных продуктов (сливки, молоко) различна, что, в свою очередь, влияет на инерционные свойства пастеризационной установки как объекта автоматического регулирования температуры нагрева молочного продукта.

Частично устранить отмеченные недостатки можно при использовании двухконтурной системы подогрева, когда пар подогревает второй контур с циркулируемой водой. На первом контуре темпе-

ратура циркулируемой воды регулируется изменением расхода подаваемого пара с помощью клапана с ПИД регулятором, а температура во втором контуре (в водяном контуре) поддерживается варьированием скорости циркуляции воды в контуре, например, используя преобразователь частоты совместно с перекачивающим насосом.

В данной работе предлагается использовать принцип комбинированного управления одновременно по отклонению и возмущению [1] в контуре регулирования температуры воды, циркулируемой в теплообменнике пастеризатора. Структурная схема системы автоматического регулирования (САР) температуры воды показана на рис. 1.

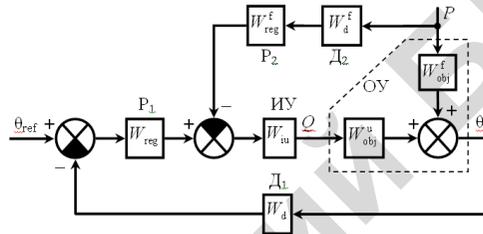


Рисунок 1 – Структурная схема комбинированной САР температуры циркулируемой воды; ОУ – объект управления – теплообменник подогрева циркулируемой воды; θ , °С – изменение температуры горячей циркулируемой воды (управляемая величина); θ_{ref} , °С – изменение требуемого значения температуры воды (задающее воздействие); P , Па – изменение давления подводимого в инжектор пара (возмущающее воздействие); Q , л/с – расход подводимого в инжектор пара; ИУ – исполнительное устройство; D_1 – датчик температуры воды; D_2 – датчик давления пара; P_1, P_2 – регуляторы

Передаточная функция САР по возмущающему воздействию равна:

$$W^f(s) = \frac{\theta(s)}{P(s)} = \frac{W_{obj}^f - W_d^f \cdot W_{reg}^f \cdot W_{iu} \cdot W_{obj}^u}{1 + W_d \cdot W_{reg} \cdot W_{iu} \cdot W_{obj}^u} \quad (1)$$

Условие инвариантности САР относительно изменений возмущающего воздействия сводится к уравнению:

$$W_{obj}^f - W_d^f \cdot W_{reg}^f \cdot W_{iu} \cdot W_{obj}^u = 0 \quad (2)$$

Отсюда получается следующее выражение для передаточной функции регулятора P_2 (компенсатора измеряемого возмущения):

$$W_{\text{reg}}^f = \frac{W_{\text{obj}}^f}{W_d^f \cdot W_{iu}^f \cdot W_{\text{obj}}^u}. \quad (3)$$

Передаточная функция W_{reg}^f регулятора P_2 , таким образом, не зависит от передаточной функции W_{reg} регулятора P_1 , а определяется динамическими характеристиками самого объекта управления, а также датчика давления и исполнительного устройства. В то же время, знаменатель в выражении (1), являющийся характеристическим полиномом САР, не зависит от характеристик элементов D_2 , P_2 цепи компенсации возмущающего воздействия. Поэтому значения корней характеристического уравнения САР, а, следовательно, такие показатели качества регулирования, как устойчивость, запас устойчивости, будут определяться характеристиками элементов, входящих в основную цепь регулирования (по отклонению).

В качестве регулятора P_1 , таким образом, может использоваться ПИД-регулятор. Настройка значений его параметров K_p , K_i , K_d может быть выполнена методами компьютерного моделирования по переходной функции САР по задающему воздействию. Для этого можно использовать, например, компьютерный пакет динамического моделирования Simulink и входящий в его состав компонент NCD Outport, реализующий графический интерфейс для настройки параметров динамических систем [2].

Помимо синтеза регулятора P_1 (по отклонению) в задачу синтеза САР также входит задача синтеза физически реализуемого регулятора P_2 (по возмущению), передаточная функция которого удовлетворяла бы выражению (3). Решение данной задачи будет зависеть от динамических характеристик объекта управления, а также используемых в системе датчиков и исполнительного устройства.

Литература

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования, издание третье, исправленное. Бесекерский В.А., Попов Е.П., издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1975, 768 стр.
2. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 208 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).