

воздуховодов и дымоходов, топок котлов и свойств топлива, устанавливаемые по наладочным технологическим картам режимы отличаются от оптимальных, что вызывает перерасход топлива.

Для повышения эффективности функционирования котельных можно предложить применение для управления ими современных систем управления с включением в контуры регулирования преобразователей частоты. Важнейшими элементами таких систем являются подсистемы оптимального управления тягодутьевыми трактами водогрейных котлов, позволяющие существенно (на 30–40%) снизить потребление электрической энергии асинхронными двигателями вентиляторов и дымососов, а так же обеспечить рациональный расход топлива при полном его сжигании.

Система автоматического управления тягодутьевым трактом котла представлена на рис. 1. Она включает в свой состав датчики расходов FT воздуха, топлива и отходящих газов, датчик разряжения в топке РТ, датчик содержания кислорода ОТ в отходящих газах, преобразователи частоты ПЧ для управления скоростью электродвигателей М вентилятора и дымососа, программируемый логический контроллер котла ПЛК, реализующий алгоритм локального управления трактом, и персональный компьютер ПК (АРМ оператора), выполняющий функции интерфейса «человек – машина».

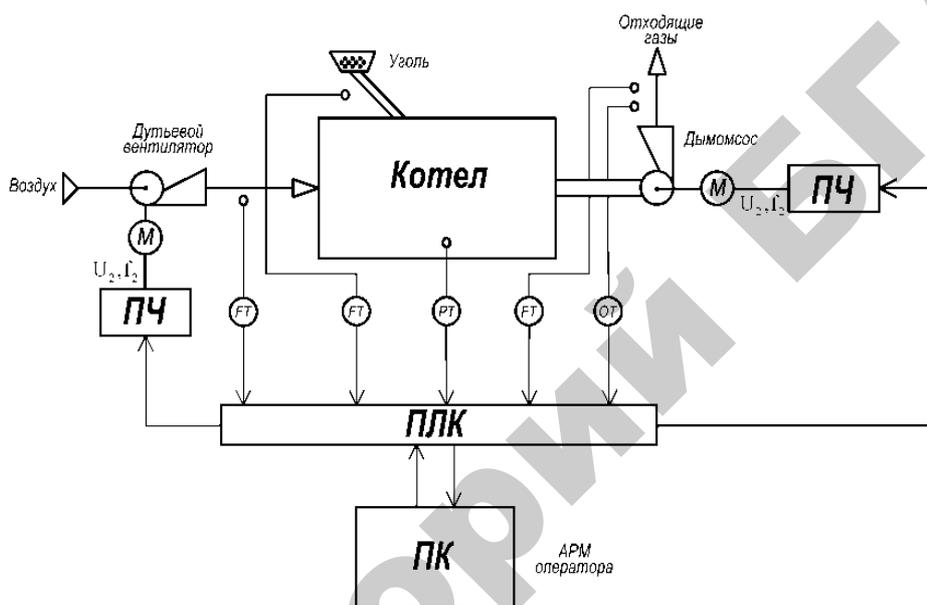


Рисунок 1 – Схема САУ тягодутьевым трактом котла

Энергосбережение в процессе эксплуатации котельных установок может быть обеспечено с помощью системы автоматического регулирования, обеспечивающей оптимальные режимы работы установки. Следует обеспечить полноту сгорания топлива за счет управления тягодутьевым трактом котла. Этого можно достичь, при реализации системы автоматики на базе современного контроллера, который позволяет обеспечить точность регулирования параметров (при условии использования преобразователей частоты для регулируемого электропривода), более удобное отображение информации о ходе технологического процесса, удаленное информирование об аварийном состоянии параметров и надежность работы установки.

Список использованной литературы

1. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – Минск: БГАТУ, 2007. – 592 с.

УДК 631.171

Шинкевич В.А., Якубовская Е.С.

Белорусский государственный аграрный технический университет

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ В СЫРНОЙ ВАННЕ**

Для нормального протекания процесса созревания сыра в сырной ванне система автоматического управления должна обеспечить множество параметров. Однако наиболее сложной задачей является поддержание температуры в сырной ванне, скорость нарастания которой меняется в зависимости от времени. Кроме того, должны быть предусмотрены технические средства, которые обеспечат энергосбережение в ходе процесса созревания сыра.

По требованиям к автоматизации процесса переработки молока в сырных ваннах автоматическое управление должно предусматриваться для следующих операций [1, с. 203]: заполнение емкостей молоком, внесение закваски и сычужного фермента, перемешивание в течение заданного промежутка времени заквашенного молока, выдержка его до образования сгустка, разрезание сгустка по достижении готовности (определяемой по вязкости), вымешивание сырного зерна и нагревание его по заданной программе.

Ванна заполняется в течение определенного времени молоком с одновременным введением закваски и фермента. По истечении 5 мин после заполнения ванны включается перемешивающий механизм с плавным регулированием частоты вращения мешалок. Еще через 5 мин мешалка отключается, и начинается процесс формирования сгустка, который продолжается 35–40 мин. Программой предусмотрено включение механизма несколько раз. После этого должен включиться исполнительный механизм, установленный на паропроводе для нагревания смеси зерна с сывороткой. Скорость изменения температуры должна постепенно возрастать с 0,12 °С/мин (в интервале 31–34 °С) до 0,16 °С/мин (в интервале 34–37 °С) и, наконец, до 0,2 °С/мин (в интервале 37–38 °С). Управление работой клапана, установленного на паропроводе, можно обеспечить программно с помощью контроллера при переменном аналоговом сигнале на выходе. При температуре, равной 38 °С, вступает в действие система регулирования температуры по замкнутому принципу регулирования (рисунке 1). Температура в ванне должна поддерживаться до конца обработки зерна. При рН 6,05 включается насос для перекачивания смеси зерна и оставшейся сыворотки.

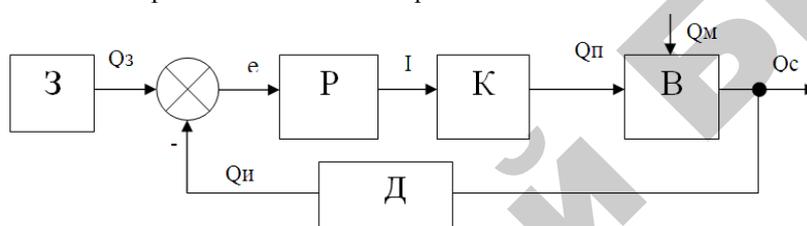


Рисунок 1 – Функциональная схема контура поддержания температуры

Итак, контур поддержания температуры состоит из объекта регулирования (ванна В), датчика температуры, задатчика, элемента сравнения, регулятора и регулирующего органа – клапана непрерывного действия, изменяющего подачу пара. Задатчик, элемент сравнения, регулятор организуется программно в едином устройстве – контроллере. Однако поскольку скорость нарастания температуры не постоянна по времени, то в программе контроллера следует изменять заданное значение также по этим интервалам времени. Для реализации программного регулятора необходимо подобрать параметры настройки регулятора и проверить, обеспечивается ли требуемое качество регулирования. Анализ качества регулирования может быть осуществлен с помощью пакета MatLAB, для чего функциональную схему переводим в структурную алгоритмическую, воспользовавшись математическим описанием звеньев.

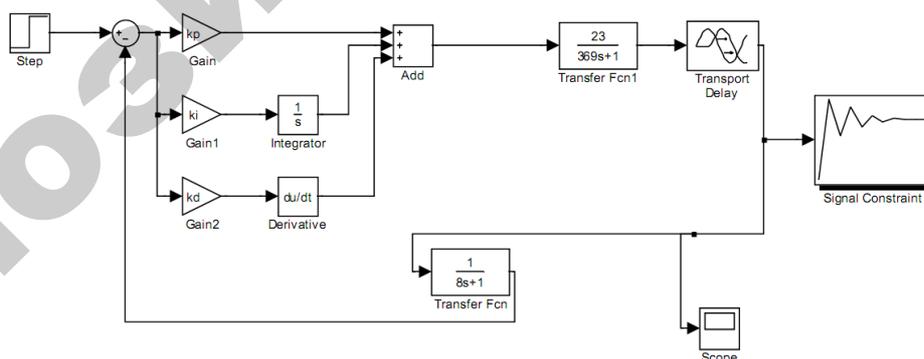


Рисунок 2 – Структурная алгоритмическая схема САП, адаптированная для анализа в MATLAB

При подобранных параметрах настройки (рисунке 3) регулятора (коэффициент передачи $K_p = 55.8$, постоянная времени дифференцирования $K_d = 14.5$, постоянная времени интегрирования $K_i = 0.02$) обеспечивается приемлемое качество регулирования, определяемое следующими параметрами: перерегулирование 18%, статическая ошибка 0% и время регулирования 36 с (значительно меньше постоянной времени объекта).

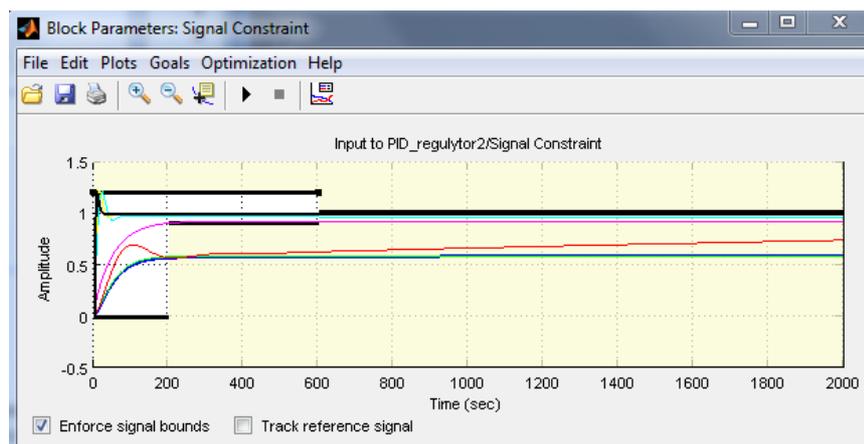


Рисунок 3 – Подбор параметров программного регулятора

Таким образом, нормальное протекание процесса созревания зерна в сырной ванне требует сложного алгоритма управления клапаном на паропроводе, который может быть обеспечен современным логическим контроллером с возможностью формирования аналогового выходного сигнала. Моделирование процесса поддержания температурных режимов в ванне обеспечивает возможность подбора оптимальных параметров настройки регулятора. Функциональной полнотой для решения такой задачи обладает микропроцессорное устройство управления, например, контроллер Siemens S7–1200 с подключаемой панелью оператора. Последняя обеспечит визуальный контроль параметров процесса созревания зерна в сырной ванне.

Список использованной литературы

1. Карпеня, М.М. Технология производства молока и молочных продуктов: учеб. пособие / М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА–М, 2014. – 410 с.

УДК 664.002.5

Смагин Д.А., кандидат технических наук, доцент, Смагина М.Н.

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

НАГРЕВАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

В мировой науке постоянно ведутся работы по созданию новых и совершенствованию существующих конструкций конфорок электрических плит и напольных мармитов. Одной из задач, решаемых в процессе проектирования новых конструкций, является создание равномерного температурного поля по всей площади рабочей поверхности конфорки. Научные разработки в данном направлении ведутся с середины 20 века и являются актуальными по настоящее время.

В данной статье предлагается конструкция электроконфорки, обеспечивающая равномерное температурное поле по площади рабочей поверхности.

Поставленная задача решается тем, что в нагревательном устройстве, имеющем круглую рабочую поверхность и включающем нагревательные элементы, установленные со сплошным воздушным зазором по отношению к рабочей поверхности согласно изобретению, нагревательные элементы размещены в фокусе параболического зеркала, образованного на внутренней поверхности параболической колбы, верхняя часть которой закрыта линзой из термостойкого материала плоско-выпуклой формы, причем расстояние от линзы до рабочей поверхности определяется по формуле:

$$b = \frac{R}{n-1} \left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right), \quad (1)$$

где b – расстояние между линзой и рабочей поверхностью, мм;
 R – радиус кривизны сферической поверхности линзы, мм;
 n – показатель преломления материала линзы;
 d_2 – диаметр рабочей поверхности, мм;
 d_1 – диаметр линзы, мм.