

Таким образом, в течение суток меняется заданная температура воздуха в теплице, а в течение светового дня это заданное значение температуры определяется еще и уровнем освещенности. Реализовать такое управление можно только на базе современного программируемого контроллера, который будет отслеживать показания датчиков температуры и освещенности, программно изменять заданную уставку температуры, сравнивать с ней измеренное значение и управлять исполнительными механизмами (клапаном отопления, механизмами фрамуг).

#### **Заключение**

Таким образом, нормальное поддержание температурного режима в теплице требует сложного алгоритма управления исполнительными механизмами с переменным значением уставки температуры. Такой алгоритм может быть обеспечен современным логическим контроллером. Функциональной полнотой для решения такой задачи управления обладает, например, контроллер Siemens S7-1200 с подключаемой панелью оператора. Последняя обеспечит визуальный контроль параметров микроклимата в теплице.

#### **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 631.171

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ СЫРНОЙ ВАННЫ**

В.А. Шинкевич, Е.С. Якубовская

*Белорусский государственный аграрный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь*

#### **Введение**

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.

### **Основная часть**

По требованиям к автоматизации процесса переработки молока в сырных ваннах автоматическое управление должно предусматриваться для следующих операций [1]: 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 (рисунок 1). Температура в ванне должна поддерживаться до конца обработки зерна. При  $pH$  6,05 включается насос для перекачивания смеси зерна и оставшейся сыворотки. 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.

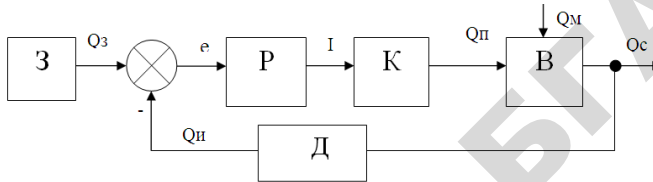


Рисунок 1. – Функциональная схема контура поддержания температуры

При подобранных параметрах настройки 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).

### Заключение

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. Функциональной полнотой для решения такой задачи управления обладает, 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.