

разработка программы управления насосами и связи контроллера с панелью оператора. Данная программа должна обеспечивать поочередную работу пары из трех насосов, а в случае аварийного режима подключать третий насос.

Насос, работающий на подачу воды потребителям, должен обеспечивать необходимый напор, который контролируется датчиком давления. Требование энергосбережения в этом случае будет обеспечено, если подача насоса устанавливается в зависимости от отбора воды с помощью преобразователя частоты.

**Заключение.** Таким образом, средствами обеспечения энергосбережения при каскадном режиме работы насосов станции обеспечивается заданием определенной очередности работы насосов (автоматически с помощью промышленного контроллера) и зависимой от потребления подачей подающего насоса, обеспечиваемой частотным преобразователем.

#### **Список использованной литературы**

1. Альбом типовых решений для систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.plcsystems.ru](http://www.plcsystems.ru). Дата доступа: 29.09.2015.
2. САУ-МП. Логический контроллер. Паспорт и руководство по эксплуатации. – М.: Овен, 2009. – 16 с.
3. SIEMENS. SIMATIC. S7. Программируемый контроллер. S7-1200. Системное руководство. – SIEMENS, 2009. – 398 с.

УДК 631.171

**Е.С. Якубовская, Е.С. Демосюк**

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

### **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СОЗРЕВАНИЯ СЫРА В СЫРНОЙ ВАННЕ**

**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, 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. Мешалка работает по заданной программе. Программой предусмотрено включение механизма несколько раз. После этого должен включиться исполнительный механизм, установленный на паропроводе для нагревания смеси зерна с сывороткой с переменной скоростью. Управление работой клапана, установленного на паропроводе, можно обеспечить программно с помощью контроллера при переменном аналоговом сигнале на выходе. При температуре, равной  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вступает в действие система регулирования температуры по замкнутому принципу регулирования (рис. 1). Температура в ванне должна поддерживаться до конца обработки зерна. По показаниям уровня кислотности судят о созревании зерна. При  $\text{pH } 6,05$  включается насос для перекачивания смеси зерна и оставшейся сыворотки.

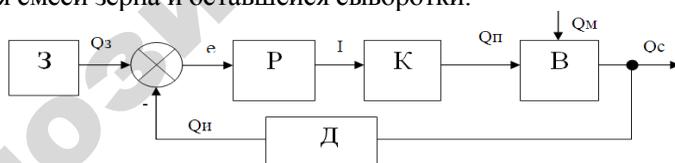


Рис. 1. Функциональная схема контура поддержания температуры

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 темпе-

ратуры 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 (рис. 2), воспользовавшись математическим описанием звеньев.

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 (рис. 3), определяемое следующими параметрами: перерегулирование 18%, статическая ошибка 0% и время регулирования 36 с (значительно меньше постоянной времени объекта).

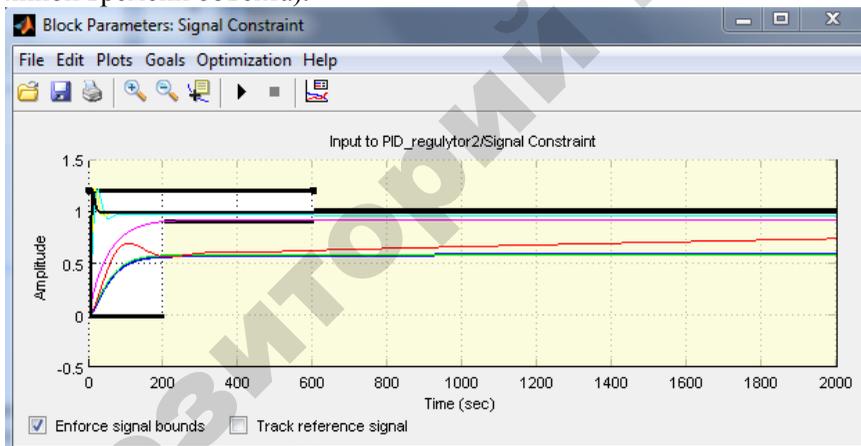


Рис. 2. Подбор параметров программного регулятора

### 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 [2] с подключаемой пане-

лю 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.
2. SIEMENS. SIMATIC. S7. Программируемый контроллер. S7-1200. Системное руководство. – SIEMENS, 2009. – 398 с.

УДК 631.312.44.076

**О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, А.И. Осирко**

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

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПАХОТЕ**

### **Введение**

Тракторы сельскохозяйственного назначения, как основная движущая сила в мобильной энергетике агропромышленного комплекса, находятся в непрерывной динамике развития.

Увеличение мощности двигателя характеризует зарождение тягово-энергетической концепции трактора. Мощность двигателя трактора при работе с тяговой машиной может быть реализована через ходовой аппарат при определённых условиях эксплуатации и способах агрегатирования. С большей эффективностью трактор используется, работая с тягово-приводными машинами.

### **Основная часть**

Снижение энергетических затрат на пахоте требует совершенствования технологии вспашки, создания новых орудий и способов передачи энергии от двигателя к рабочей машине. Одним из эффективных путей решения поставленных задач является применение в составе пахотных агрегатов энергонасыщенных тракторов «Беларус» и плугов с комбинированными рабочими органами и с приводом опорных колес (тележки).

Комбинированные рабочие органы плуга сочетают корпуса, с укороченными лемешно-отвальными поверхностями и активные вертикальные роторы. При вспашке только процесс отделения пла-