

ность действий, надежность управления режимом работы в процессе эксплуатации).

Эксергетическая система имеет определенную технологическую структуру, т.е. состоит из ряда взаимосвязанных элементов, характеризуется заданными параметрами, взаимодействует с окружающей средой.

Метод теоретико-графовых построений имеет то преимущество, что исследуемые структуры представлены в наглядной форме и удобно выбрать возможные варианты решения. Разработаны алгоритмы решения подобных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харари Ф. Теория графов. – М.: Мир, 1973. – 300 с.
2. Драганов Б.Х., Гулко Т.В. Оптимизация методами теории графов систем теплоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии // Вестн. Челябин. агроинж. ун-та. – 2000. – 31. – С. 62-66.
3. Эсергетические расчеты технических систем. Справ. пос. / Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. – Киев: Наук.думка, 1991. – 360 с.
4. Кафаров В., Мешалкин В. Анализ и синтез химико-технологических систем. – М.: Химия, 1991.

УДК 620.22-033

Клопоцкий А.А., Прокопья О.Н., Олех А.Г.  
(БрГТУ, г. Брест)

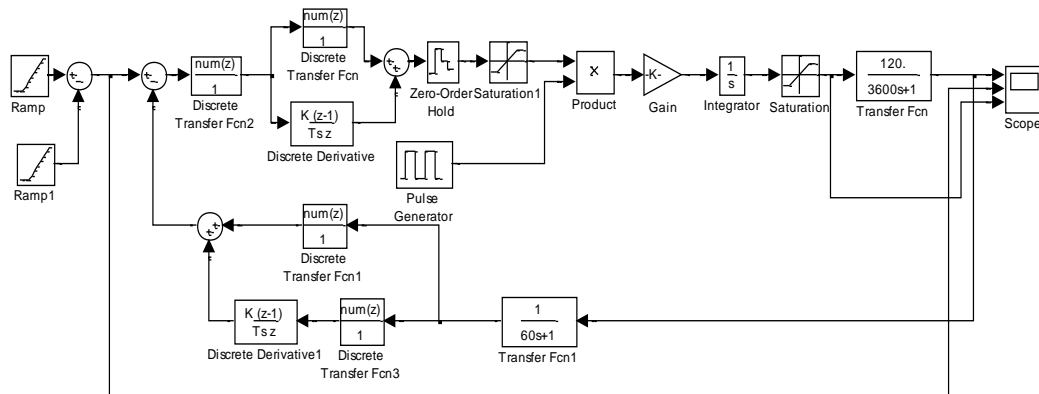
#### **РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАМЕРАХ ТЕПЛО- ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ**

Кафедрой автоматизации технологических процессов и производств Брестского государственного технического университета разработан комплекс программных и технических средств для управления участком камер тепловлажностной обработки Брестского завода железобетонных конструкций и строительных деталей, который был внедрен на данном предприятии. Каждая из 16 камер была оборудована автономным регулятором температуры на базе программируемого контроллера «ОВЕН» ПЛК-150.

Далее программные регуляторы температуры в камерах были подключены к управляющему компьютеру посредством интерфейса Ethernet. Для управления участком камер на базе Delphi была разработана управляющая программа. Таким образом, была создана двухуровневая система управления участком камер. Нижний уровень

управления включает в себя локальные регуляторы температуры в каждой из камер. Верхний уровень управления обеспечивает мониторинг и общее управление работой участка с рабочего места оператора. Это дает возможность задавать параметры цикла обработки для каждого типоразмера обрабатываемых изделий, а также корректировать настройку регуляторов. Данная система эксплуатируется на предприятии с 2009 года по настоящее время. За этот период было выполнено детальное исследование работы регуляторов методами математического моделирования с проверкой результатов непосредственно на действующей системе. Разработана уточненная математическая модель системы регулирования температуры в приложении Simulink среды программирования MATLAB, которая приведена на рисунке 1.

С использованием математической модели выполнен анализ качества регулирования при использовании различных типов регуляторов. Было установлено, что наилучшее качество обеспечивается при использовании ПД-регулятора. Результаты моделирования процесса линейного подъема температуры со скоростью  $40\text{ }^{\circ}\text{C/ч}$  представлены на рисунке 2. Осциллограмма содержит кривые изменения реальной и заданной температуры в камере, а также степени открытия клапана подачи пара.

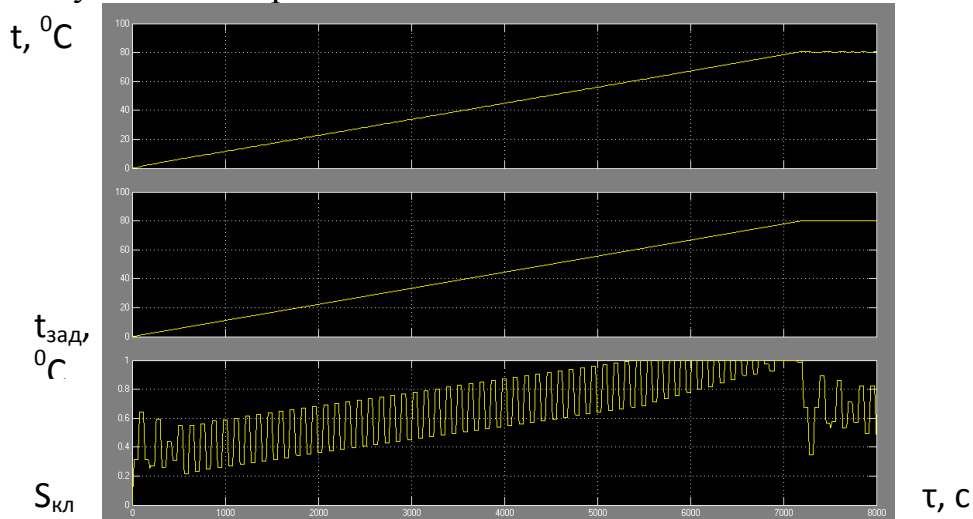


**Рисунок 1 – Математическая модель системы регулирования температуры**

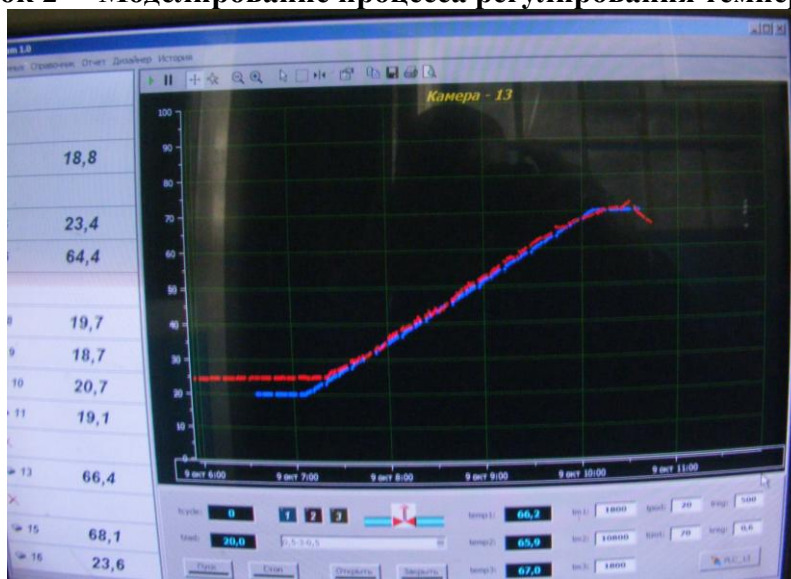
Из рисунка следует, что обработка заданного закона изменения температуры производится с высокой точностью. Наибольшее отклонение температуры от заданной не превышает  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это обусловлено практически нулевым перерегулированием в системе.

Результаты моделирования позволили подобрать настройки регуляторов для каждой камеры с учетом ее характеристик, которые обеспечивали требуемую точность изменения температуры на всех режимах работы. На рисунке 3 показан внешний вид рабочего окна управляющей программы компьютера. Программа позволяет выво-

дить на экран заданный закон изменения температуры и ее реальное изменение за время выполнения рабочего цикла выбранной камеры. Данный рисунок также подтверждает достаточно хорошее совпадение указанных кривых.



**Рисунок 2 – Моделирование процесса регулирования температуры**



**Рисунок 3 – Рабочее окно управляющей программы.**

Таким образом, разработанная система автоматизации по своим характеристикам и технико-экономическим показателям не уступает известным аналогам. При ее создании накоплен значительный опыт, который может быть востребован при автоматизации аналогичных объектов. Принятая архитектура системы позволяет легко адаптировать ее к объектам с различным числом и различными характеристиками камер.