

Рисунок — Структурная схема системы управления кондиционирование воздуха в помещении с БНС  $\varepsilon_{11}$ ,  $\varepsilon_{22}$ ,  $\varepsilon_{31}$ ,  $\varepsilon_{33}$  — сигналы рассогласований в точках помещения;  $\varepsilon_{экв}$  — эквивалентный сигнал рассогласования.

Подобед М. Ю., ассистент, Карпович Д. С., доцент, к.т.н.  
*Учреждение образования «Белорусский государственный  
технологический университет», Минск*

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

**Ключевые слова:** Система кондиционирования воздуха, калорифер.

**Аннотация.** В большинстве систем кондиционирования воздуха (СКВ) центральное место занимают различного типа калориферные установки. При моделировании работы таких установок традиционно прибегают к упрощённому аппарату математического описа-

ния протекающих процессов теплопередачи. На самом же деле при рассмотрении работы калориферной установки по каналу “изменение расхода теплоносителя — температура воздуха” постоянная времени, и коэффициент передачи меняются в широком диапазоне, и могут оказывать существенные влияния на систему автоматического управления.

В калорифере системы кондиционирования воздуха процесс теплообмена сопровождается рядом особенностей: неоднородность распределения теплоносителя между рядами калорифера и трубками одного ряда, турбулентный характер движения теплоносителя в калорифере и воздуха при контакте с поверхностью калорифера, гидравлические особенности и др. Пренебрежение вышеперечисленными особенностями при математическом моделировании приточных систем кондиционирования воздуха могут внести существенные неточности, а для некоторых систем с высокой точностью поддержания параметров микроклимата, могут привести к фатальным ошибкам. Неадекватность математической модели калорифера может вывести исследователя на ложно синтезированную систему управления, с неоптимальными настройками регулятора.

В ходе работы были рассчитаны параметры модели калориферной установки для системы кондиционирования воздуха с учетом динамически изменяющихся коэффициентов передачи и постоянной времени объекта при различных температурных режимах. Зависимости постоянной времени и коэффициента передачи калорифера от расхода теплоносителя показаны на рисунках 1 и 2.

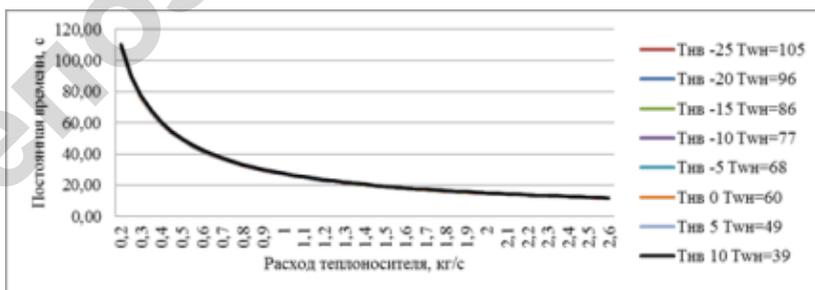


Рисунок 1 — Зависимость постоянной времени от расхода теплоносителя

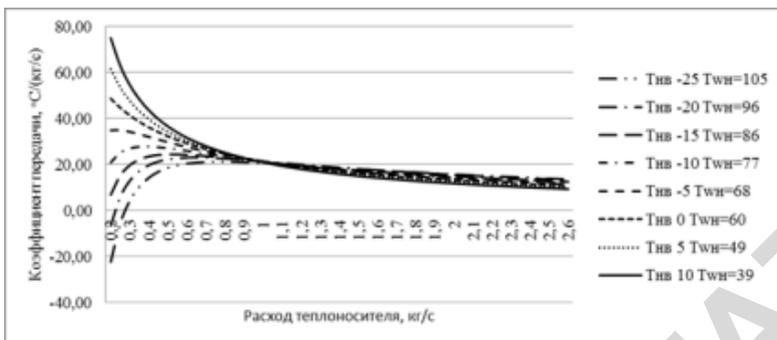


Рисунок 2 — Зависимость коэффициента передачи от расхода теплоносителя

В рабочем режиме эксплуатации постоянная времени калорифера может варьировать в диапазоне от 115 до 15 с, кривая изменения постоянной времени имеет неизменный характер для различных температурных режимов сред на входе в калорифер СКВ. Коэффициент передачи в рабочем режиме эксплуатации меняется в диапазоне от 50 до 9 °C/кг/с, причем, диапазон возможных изменений определяется не кривой, а областью границы которой определяются техническими параметрами калорифера и требованиями к безопасности.

Из результатов расчетов параметров работы калорифера можно сделать следующие выводы:

1) Коэффициент передачи и постоянная времени калорифера по каналу “расход теплоносителя — температура приточного воздуха” имеют явно нелинейный характер и меняются в широком диапазоне. Пренебрегать данными особенностями нельзя, особенно в тех случаях, когда математическая модель не носит концептуальный теоретический характер, а требуется практическая апробация на объекте с широким диапазоном регулирования теплопроизводительности системы;

2) В осенне-весенние периоды при минимальных протоках теплоносителя через трубки калорифера и минимальной его теплопроизводительности, инерционность калориферной установки может достигать инерционности обслуживаемого помещения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е. С. Бондарь [и др.] ; под ред. Е. С. Бондаря. — К. : Аванпост-Прим, 2003. — 562 с.

2. Сотников, А. Г. Автоматизация систем кондиционирования воздуха и вентиляции / А. Г. Сотников. — М : Машиностроение, 1984. — 240 с.

**Ржеуцкий В.Ю., Матвеев И.П., к.т.н., доцент**  
**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ PROTEUS**

**Ключевые слова:** моделирование, схема управления, виртуальная электронная схема, водонагревательная система, сигнализатор уровня воды.

**Аннотация:** в работе спроектирована схема управления водонагревательной системой с использованием программы компьютерного проектирования Proteus v8, проверена работоспособность смоделированной схемы, создана модель платы будущего устройства с использованием 3D-визуализации.

В настоящее время большое значение приобрели методы математического моделирования и исследования электронных устройств на компьютере. К наиболее распространенным в настоящее время в отечественной практике системам и программам схемотехнического проектирования в электронике относятся системы Micro-Cap, Electronic WorkBench, MathLab, Proteus.

Для проведения компьютерного моделирования была использована программа Proteus v8.

Proteus (by Labcenter Electronics) - симулятор принципиальных электронных схем. Основывается работа программы на моделях электронных составляющих. Proteus содержит большую библиотеку электронных компонентов. Если какие-то из моделей элементов и устройств не представлены в программе, их можно сделать самостоятельно. С помощью программы Proteus можно создать и проверить работу спроектированной электрической схемы. То есть можно заранее, виртуально, просмотреть результаты выполненной