

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

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

Основная часть. Основываясь на результатах многочисленных экспериментов и теоретических исследований в первом приближении, передаточную функцию калорифера по каналу «изменение расхода теплоносителя — изменение температуры воздуха после калорифера» $W(p)$ можно представить в следующем виде [1; 2]:

$$W(p) = \frac{K}{T_k p + 1},$$

где K — статический коэффициент передачи аппарата, °C / кг / с;

T_k — постоянная времени калорифера, с.

Процесс теплообмена в калорифере 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 СКВ 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 КСк 3-11 для СКВ с учетом динамически изменяющихся коэффициентов передачи и постоянной времени объекта при различных температурных режимах. Представим для данного калорифера изменение температуры приточного воздуха от расхода теплоносителя при различных температурных режимах (для отопительного графика 105/70) (рисунок 1). Из графика видно, что одной и той же температуре приточного воздуха при различных значениях наружной температуры и температуры теплоносителя на входе в калорифер соответствуют различные расходы теплоносителя.

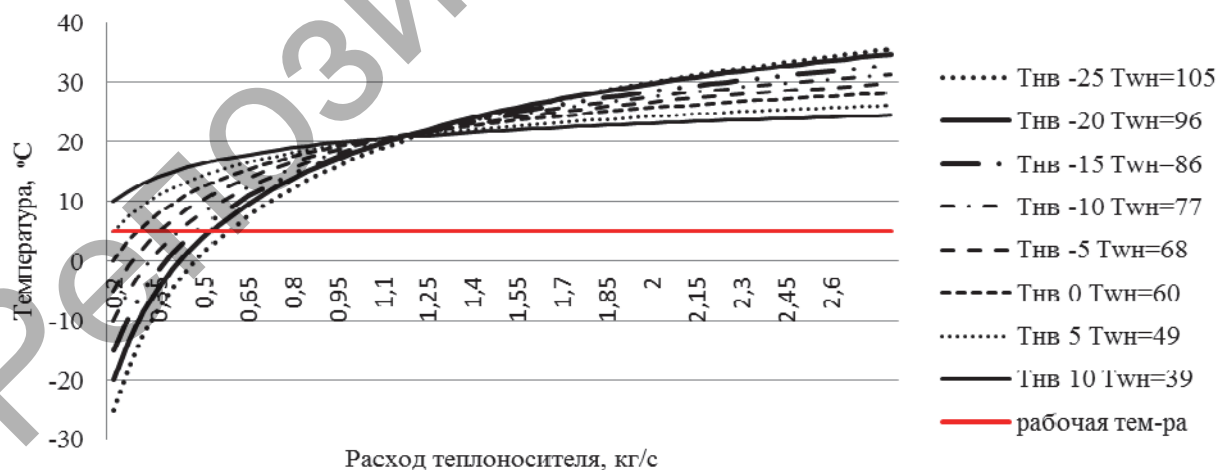


Рисунок 1 — Изменение температуры приточного воздуха от расхода теплоносителя при различных температурных режимах

Покажем зависимости постоянной времени и коэффициента передачи калорифера от расхода теплоносителя (рисунки 2, 3), которые могут быть описаны в общем виде:

$$T_k = f(G_w), \quad K = f(T_{\text{нв}}, G_w),$$

где G_w — расход теплоносителя, кг / с;

$T_{\text{нв}}$ — температура наружного воздуха, °С.

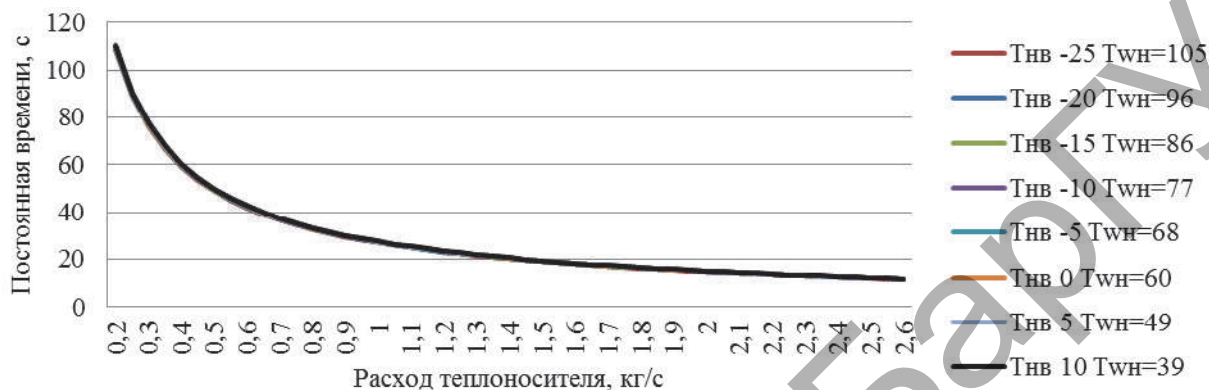


Рисунок 2 — Зависимость постоянной времени от расхода теплоносителя

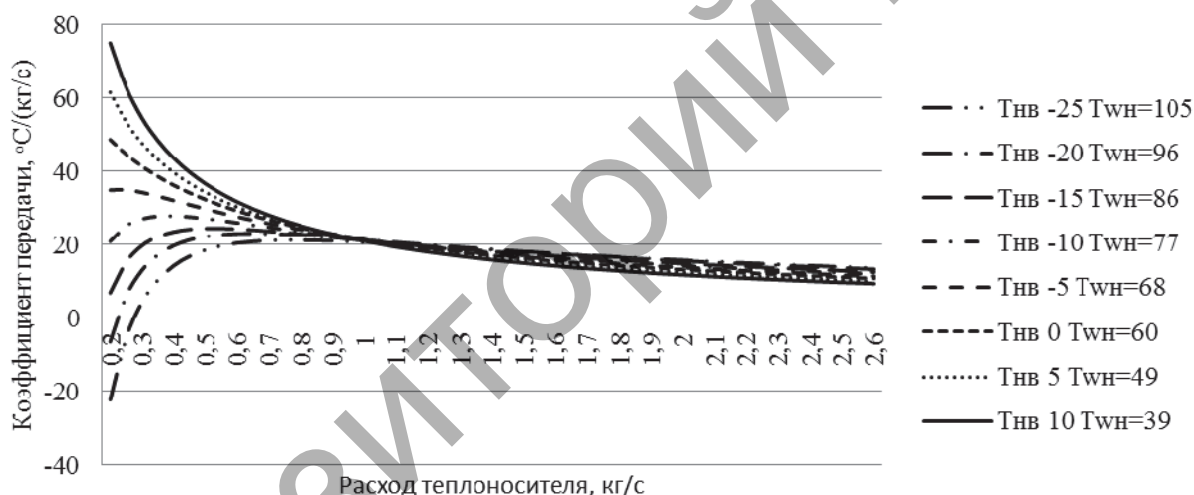


Рисунок 3 — Зависимость коэффициента передачи от расхода теплоносителя

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°С / кг / с, причем диапазон возможных изменений определяется не кривой, а областью границы, которой определяются техническими параметрами калорифера и требованиями к безопасности.

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

Список цитируемых источников

1. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е. С. Бондарь [и др.] ; под ред. Е. С. Бондаря. — Киев : Аванпост-Прим, 2003. — 562 с.
2. Сотников, А. Г. Автоматизация систем кондиционирования воздуха и вентиляции / А. Г. Сотников. — Л. : Машиностроение, 1984. — 240 с.