

*Е.В. Калачёва, студ.; рук. В.А. Селиванов, к.т.н., доц.
(Белорусско-Российский университет в г. Могилёве)*

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКОЙ

В статье рассматривается система приточно-вытяжной вентиляционной установки с активной утилизацией тепла, работающей в различных режимах: охлаждение или подогрев, вентиляция или кондиционирование [1, 2].

Такая система с точки зрения происходящих в ней процессов теплообмена и

математического описания является наиболее сложной. Следовательно, полученные для нее выводы могут быть распространены и на более простые системы: без рекуператоров или с пассивными рекуператорами. Схема подобной установки приведена на рисунке 1.

На схеме приведена теоретическая модель здания, состоящая из двух помещений, параметры микроклимата в которых поддерживаются системой с водяным кольцевым контуром и параллельно подключенным к нему теплонасосными установками, располагающимися в каждом из помещений.

Помещения по своей архитектуре одинаковы, приточный воздух подается в количестве $L \text{ м}^3/\text{ч}$.

В состав системы кондиционирования входят: тепловой насос «вода – воздух», первичный контур (воздух – хладагент), вторичный контур $T_{np} - T_{обр}$ (фреон – вода). Приточный воздух забирается снаружи. В калорифере центральной вентиляционной установки воздух нагревается до температуры $t^\circ\text{C}$, $T < t_{вн}$. В помещение воздух попадает с температурой t , смешивается с воздухом, который находится в помещении.

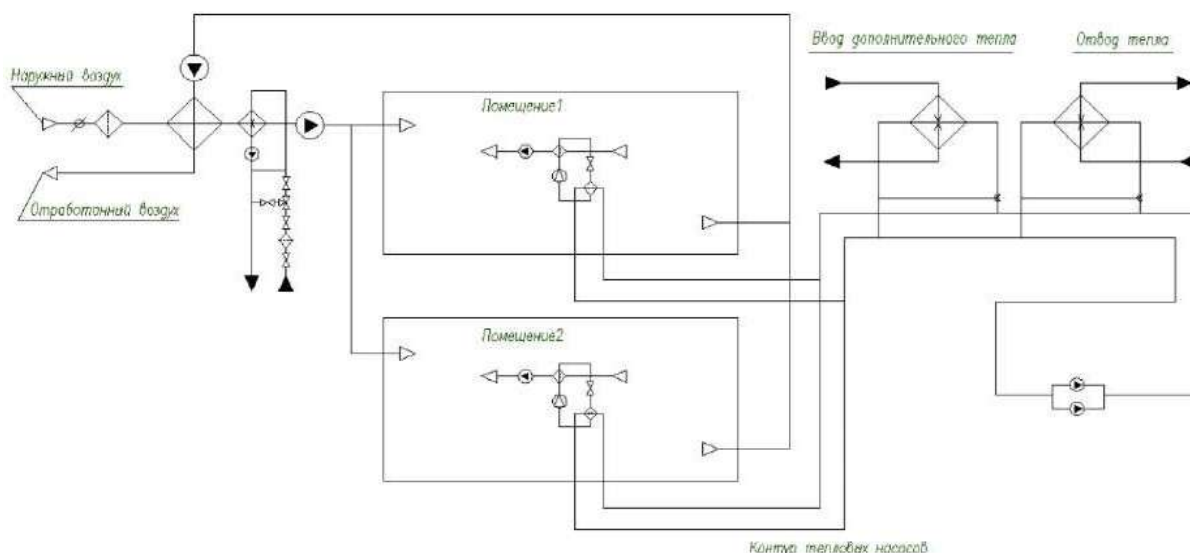


Рисунок 1 – Схема системы приточно-вытяжной вентиляционной установки с системой активной утилизации тепла

В одном из помещений присутствуют теплоизбытки ($Q_{изб}$), в другом помещении – теплопотери ($Q_{потери}$).

Для поддержания заданной температуры в помещении при необходимой производительности вентиляционной установки рассмотрим систему управления, решающую следующие задачи [рисунок 2]:

- поддержание температуры в помещении на заданном уровне путем регулирования мощности нагревателя/охладителя в канале приточной вентиляции и внутренней системы отопления;

– управление скоростями приточного и вытяжного вентиляторов так, чтобы обеспечить достаточный воздухообмен и ограничивать температуру приточного воздуха в комфортных пределах.

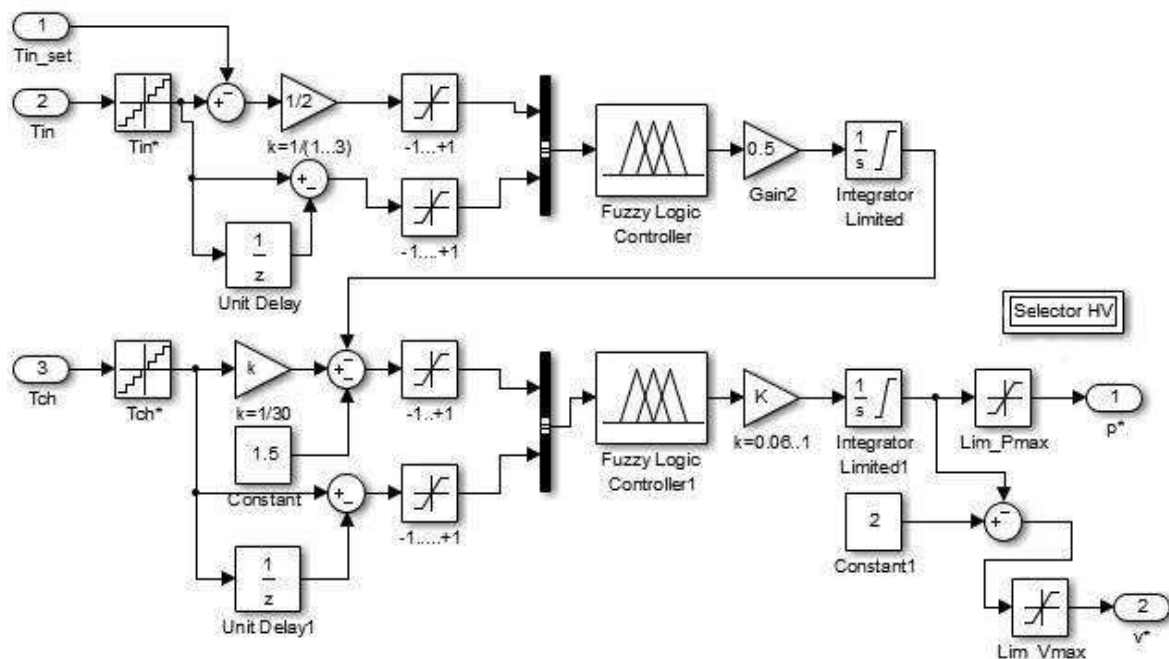


Рисунок 2 – Модель системы управления с нечеткими регуляторами

Система управления построена по принципу подчиненного регулирования координат с двумя нечеткими регуляторами FLC T_{in} и FLC T_{ch} с идентичными входными сигналами и базой правил. Используются по два входных сигнала – отклонение температуры от заданного значения и ее производная. Дискретное значение отклонения температуры в помещении от заданной $T_{in_set}^* - T_{in}^*$ подается через усилитель и блок ограничения, определяющие допустимый диапазон отклонения температуры от заданной ($\pm 1 \dots 3^\circ\text{C}$).

Разность $T_{ch_set}^* - T_{ch}^*$ нормируется так, чтобы температура приточного воздуха изменялась в пределах $+15 \dots +75^\circ\text{C}$. Дискретные разности первого порядка $T_{ch}^* - T_{ch}^*(i-1)$, $T_{in}^* - T_{in}^*(i-1)$, соответствующие производным температуры воздуха в помещении dT_{in}/dt и в приточном канале dT_{ch}/dt , получены с использованием блоков задержки на один такт Unit Delay. Контроль температуры приточного T_{ch}^* необходим для обеспечения комфортных условий и защиты от перегрева и переохлаждения. Выходные сигналы нечетких регуляторов подаются на интеграторы с регулируемым коэффициентом в диапазоне $0,05 \dots 1$, что обеспечивает отсутствие ошибки в установившихся режимах и возможность адаптации системы к объектам с различными постоянными времени.

Selector HV, в свою очередь, в зависимости от уровня выходного сигнала интегратора одновременно управляет мощностью нагревателя/охладителя P^* и

уменьшает скорость вентиляторов v^* , если номинальной мощности нагревателя недостаточно для изменения температуры подаваемого потока воздуха. Сигнал управления нагревателем/охладителем в приточном канале одновременно может подаваться на систему отопления/кондиционирования внутри помещения.

Фаззификация входных переменных и выходного сигнала осуществляется пятью S-, Z- и П- функциями принадлежности типа *gaussmf1* с равномерным распределением на нормированных диапазонах изменения переменных [-1;+1]. Отрицательным значениям *mf1*, *mf2* соответствуют лингвистические понятия «холодно», «остывает», «уменьшается», положительным *mf4*, *mf5* – «жарко», «нагревается», «увеличивается», функция принадлежности *mf3* соответствует установившемуся процессу.

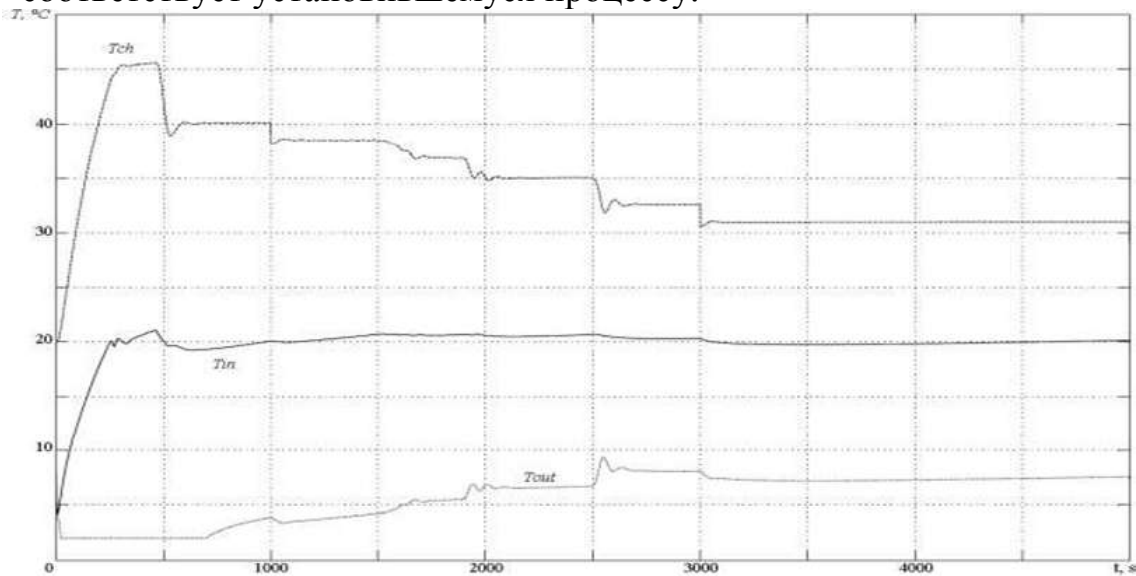


Рисунок 3 – Графики переходных процессов при номинальных параметрах объекта управления

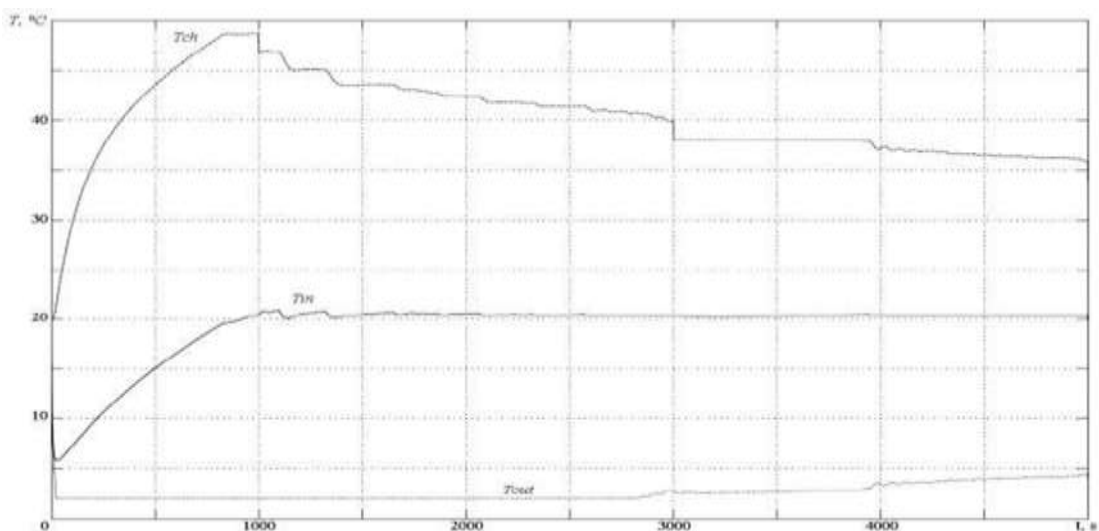


Рисунок 4 – Графики переходных процессов при измененных параметрах объекта управления

На рисунке 3 показаны графики изменения температуры в помещении T_{in} до заданной $+20^{\circ}\text{C}$ при некоторых номинальных параметрах объекта с вентиляционной установкой с активной рекуперацией тепла в режиме нагрева [2]. В этом режиме температура приточного воздуха $T_{ch} = T_{cond}$, а удаляемого вытяжным каналом – $T_{out} = T_{evap}$.

Синтезированная система управления с FUZZY LOGIC за счет согласованного управления вентиляторами и нагревателями обеспечивает наиболее быстрое достижение заданной температуры при запуске системы. На рисунке 4 показаны аналогичные переходные процессы при отклонении параметров объекта управления от расчетных – эквивалентный коэффициент усиления объекта и постоянные времени увеличены в два раза. Очевидно, что принципиальных изменений не возникает – температура в помещении поддерживается на заданном уровне с погрешностью не более $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанный блок нечетких регуляторов в качестве ядра систем управления климатическими установками. Системы с нечеткой логикой обладают удовлетворительной точностью и при заранее записанной базе правил и определенных функциях принадлежности требуют минимальных затрат времени при настройке и сохраняют работоспособность в широком диапазоне изменений параметров объектов.

Литература

1. Аверьянова О.В. Климатические системы с тепловыми насосами и водяным контуром / О.В. Аверьянова // Инженерно-строительный журнал. – СПб.: – 2009. – №2. – С. 19–22.
2. Браславский И.Я. Асинхронный полупроводниковый электропривод с параметрическим управлением. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 224с.