

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ШИМ-РЕГУЛЯТОРА С ПРЕДСКАЗАНИЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПОМЕЩЕНИИ

О. Н. Евсеенко

НТУ «Харьковский политехнический институт»

Украина, г. Харьков

olegyevseienko@gmail.com

Работа посвящена проблеме рационального использования тепловых ресурсов для отопления жилых и офисных зданий. В среде ANSYS Fluent построена тепловая модель помещения и разработан регулятор с предсказанием поведения объекта. Результаты моделирования показывают, что использование регулятора с предсказанием, учитывающего суточный график температуры за окном и поддержание минимально допустимой рабочей температуры воздуха в помещении ночью, в выходные и праздничные дни помогут сэкономить тепловой ресурс. Полученные результаты экспериментов дают основания для практического применения регулятора с предсказанием.

Ключевые слова: моделирование теплового поля, регулятор с предсказанием, широтно-импульсная модуляция (ШИМ), ШИМ-регулирование.

Повышение цен на основные виды тепло- и энергоносителей и, вследствие этого, необходимость резкого повышения энергоэффективности систем теплоснабжения заставляет отказаться от традиционно используемых способов управления теплоснабжением промышленных, офисных зданий и помещений и перейти к системам управления на основе современной вычислительной техники. Существующие системы отопления жилых и офисных зданий работают в неконтролируемом режиме, поэтому нагревательное оборудование в течение длительного времени вырабатывает мощности больше, чем необходимо, что ведет к перегреву воздуха, перерасходу теплового ресурса и ухудшению микроклимата в помещениях. Отсутствие алгоритмов синтеза с предсказанием управляющих воздействий в реальном масштабе времени, совершенствование микропроцессорной техники, а также появление пакетов программ для моделирования создают условия для поиска решений задач управления теплоснабжением.

Целью данной работы является применение метода ШИМ-регулирования [1] с предсказанием для моделирования теплового состояния помещения.

Здание — это огромный по структуре объект, который является объектом с распределенными параметрами. Свойства пространства внутри здания не является одинаковым в отдельно взятых точках. Для поддержания температуры в помещении необходимо разделить его структуру на конечные элементарные объемы с различными свойствами (объекты с сосредоточенными параметрами).

Следующим шагом является обеспечение контроля температуры для каждого конечного объема воздуха отдельно.

Используя результаты работы [1], в среде ANSYS Fluent была построена модель помещения (рис. 1). Данная модель содержит: нагреватель, входное и выходное вентиляционное отверстие, окно, дверь. Для тепловой модели заданы граничные условия: мощность нагревателя, температура атмосферы за окном, скорость и температура воздуха вентиляции.

Основная идея экономии ресурсов — это опускание температуры внутреннего воздуха в помещениях административных и жилых зданий до минимально допустимого уровня ночью в выходные и праздничные дни с выводом температуры до заданного значения к началу рабочего дня.

В качестве закона управления отопительным оборудованием был выбран метод ШИМ-регулирования с предсказанием. Использование регулятора с предсказанием позволяет учитывать инерционность теплового объекта, т. е. время распространения тепла от нагревателя до точки, в которой установлен датчик температуры (транспортное запаздывание).

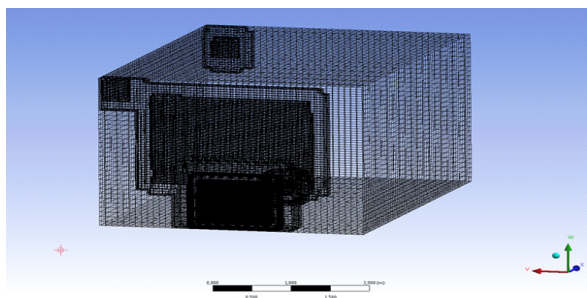


Рис. 1. Внешний вид построенной модели помещения

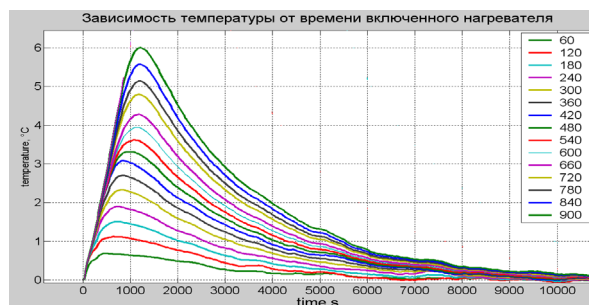


Рис. 2. Полученные температурные кривые

Для использования метода ШИМ-регулирования с предсказанием первоначально были получены температурные кривые (рис. 2), отражающие влияние температуры окружающей среды, вентиляции, времени работы нагревателя на температуру в помещении.

Проведено моделирование для поддержания заданной температуры в помещении (+10°C) при изменении температуры окружающего воздуха (рис. 3).

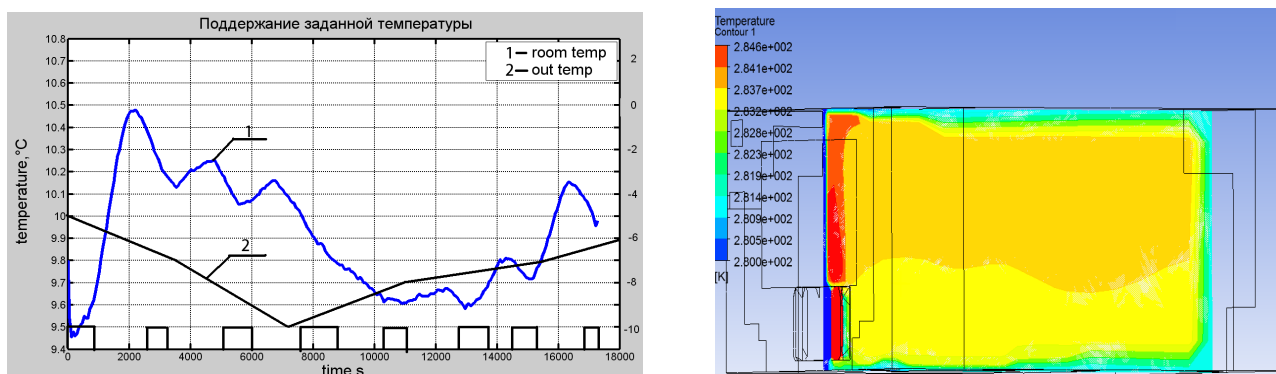


Рис. 3. Результаты поддержания заданной температуры

Таким образом, результаты проведенного моделирования теплового состояния помещения при изменяющейся погоде за окном с использованием метода ШИМ-регулирования с предсказанием показали достаточно высокую точность поддержания заданной температуры (абсолютная погрешность не превышает $\pm 0,5^\circ\text{C}$). В дальнейших исследованиях планируется применить моделирование с учетом заданного температурного режима, количества людей в помещении и времени суток.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. П. Г. Круковский и др. CFD-моделирование теплового режима помещения с различными системами отопления. Ч. 1. Разработка трехмерных CFD-моделей в сопряженной постановке // Пром. теплотехника. — 2009. — № 5. — С. 56–61.
2. Пат. на кор. модель № 81276 Україна. Спосіб програмного управління тепловим об'єктом з застосуванням широтно-імпульсної модуляції / Савицький С. М., Гапон А. І., Качанов П. О. и др.— 2013.— Бюл. №12.

O. Yevseienko

Modeling of PWM control with prediction for controlling the temperature in the room

The study is devoted to the problem of rational use of thermal energy for heating residential and office buildings. The problems of the current heat supply systems are discussed. The major attention is paid to the process of room model creation and choosing the boundary conditions. The experiments with decreasing temperature level to minimum value and maintaining the set temperature are made. It is shown that using PWM modulator with prediction filter could save heat resources.

Keywords: thermal field simulation, predictive control, pulse width modulation (PWM), PWM control.