

УДК 621.05

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

С. К. КРУТОЛЕВИЧ, А. Е. МИСНИК, К. А. ДЕМИДЕНКОВ,
И. И. МЕЛЬНИКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В современных городах тепловые сети представляют собой сложную структуру трубопроводов, регулирующих элементов, теплообменников и других элементов. В данной работе рассматривалась сеть от ТЭЦ 2 до теплообменных пунктов потребителей. Управление технологическим режимом работы сети обеспечивается с центрального диспетчерского пункта. Диспетчер постоянно контролирует технологические параметры функционирования сети: температуру, давление и расход теплоносителя в отдельных точках сети и поддерживает эти показатели в определенном коридоре возможных значений. Неожиданное изменение режимов работы связано с аварийными ситуациями и несанкционированными действиями крупных потребителей. Управляемыми параметрами являются: температура теплоносителя на входе в сеть, расход теплоносителя (режим работы электромоторов подкачки), дросселирование отдельных участков сети.

Задача разработки системы автоматического управления (САУ) технологическими режимами тепловых сетей является актуальной, так как позволяет снизить себестоимость доставки тепловой энергии потребителям.

Разработка САУ включает ряд последовательных этапов: выбор целевой функции управления и набора ограничений, разработка математической модели объекта управления, разработка алгоритма управления, обеспечивающей оптимальное значение целевой функции, разработка программно-аппаратного комплекса и подключение его к объекту управления.

Цель тепловой сети – доставить каждому потребителю необходимое количество тепловой энергии. Критерий целевой функции – минимальные экономические затраты на доставку тепловой энергии потребителям. Долговечность работы отдельных узлов сети и затраты на ремонт и обслуживание учитывались в системе ограничений на возможные значения технологических параметров.

Математическая модель тепловой сети строилась на основе уравнения Навье-Стокса, описывающего динамику движения жидкости. Учитывались только стационарные режимы работы сети, так как переходные процессы изменения расходов подающих насосов составляют не более 8 % времени работы. Математическая модель представляет собой набор описаний отдельных участков сети, связанных между собой узловыми точками.

Участком является элемент сети с постоянной скоростью теплоносителя в трубопроводе. Каждый участок описывался двумя нелинейными алгебраическими уравнениями. Первое уравнение определяет потерю давления жидкости на участке в зависимости от сопротивления и скоростью движения. Второе – определяет изменение температуры жидкости на участке в зависимости от параметров внешней среды, времени суток. Граничные условия на участках обеспечиваются условиями баланса расходов жидкости и равенства температур в узловых точках.

При определении параметров каждого участка сети использовались статистические и экспериментальные методы. Тепловая сеть оборудована большим набором датчиков, следящих за технологическим процессом. Это позволило определить свойства каждого из участков сети и подобрать коэффициенты диссипации и теплоотдачи.

Сложно было спрогнозировать количество тепловой энергии потребляемой потребителями. Для этого фиксировался ежедневное потребление тепловой энергии всеми потребителями за январь 2010 года. Удалось установить, что оно зависит от трех параметров: температуры окружающего воздуха, скорости ветра, влажности. Коэффициент корреляции для жилого фонда 0,85; для промышленных потребителей – 0,7. Очевидно, что САУ должно учитывать все эти параметры окружающей среды.

Вторым важным аспектом является постоянно меняющееся топология тепловой сети в следствии: действий крупных потребителей, аварий, подключение новых потребителей. Изменить математическую модель в ручном режиме и определить новые технологические режимы работы сети в режиме реального времени невозможно. Для решения задачи максимально быстрого формирования математической модели сети был разработан программный комплекс содержащий: графический редактор формирования тепловой сети, блок автоматического формирования системы уравнений, блок определения технологических параметров сети, блок принятия управленческого решения об изменении режимов работы насосных станций.

Графический редактор позволяет диспетчеру изменить топологию сети с помощью набора графических инструментов. Второй модуль сформирует топологическую матрицу, которая описывает узловые точки участков. Для решения уравнений используется прикладные библиотеки из математического пакета MATLAB. Четвертый модуль подбирает значения управляемых параметров технологического режима, соответствующего оптимальному значению целевой функции.

В начальном этапе внедрения САУ устанавливается на отдельном компьютере и предлагает диспетчеру значения управляемых параметров. В дальнейшем планируется подключить ее к контуру управления.