

ТЕХНОЛОГИИ КАЧЕСТВЕННОГО И НАДЕЖНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Сидельников Владимир Иванович,
профессор, доктор техн. наук, Южный федеральный университет
Мирская Светлана Юрьевна,
доцент, канд. физ.-мат. наук, Южный федеральный университет
Надточиева Ольга Алексеевна,
доцент, канд. пед. наук, Южный федеральный университет
Сидельников Михаил Владимирович,
доцент, канд. экон. наук, Южный федеральный университет
Матишева Виктория Валентиновна,
аспирант, Южный федеральный университет

Актуальность проблемы. Конкурсная постановка проблемы – «*Технологии качественного и надежного теплоснабжения*» является правомерной, но недостаточно полной. Она не учитывает важнейшую составляющую теплоснабжения – его экономичность. В то же время термины качественное и надежное в известной мере являются конкурирующими и взаимодополняющими. На наш взгляд более уместна постановка проблемы в виде – «*Технологии надежного и экономичного теплоснабжения*». При этом термин *надежное* подразумевает бесперебойное теплоснабжение с надлежащим уровнем температуры теплоносителя, а термин *экономичное* – сокращение до возможного минимума затрат на надежное теплоснабжение. В сформулированной постановке проблема является чрезвычайно актуальной, поскольку затраты на теплоснабжение занимают доминирующую позицию во всех коммунальных издержках.

Цель и задачи работы. *Целью* работы является постановка проблемы *оптимизации* систем теплового снабжения и анализ возможных путей ее решения. Под *оптимизацией* мы понимаем целенаправленное изменение параметров системы с целью снижения приведенных затрат на выполнение ее технологических функций при условии сохранения требуемых по условиям технологии параметров режима. Под приведенными затратами мы понимаем стоимость дополнительных капитальных вложений в рассматриваемую технологическую систему, отнесенную к одному году, плюс годовые эксплуатационные расходы, имеющие место в рассматриваемой системе с учетом изменения ее параметров.

Достижение цели предполагает решение следующих *задач*:

- формулирование задач оптимизации систем теплоснабжения (СТС);
- анализ возможных подходов к решению задач оптимизации СТС;
- методический анализ потенциальных возможностей, заложенных в предлагаемом математическом аппарате (инструментарии) и способы их реализации.

Возможная постановка задач оптимизации СТС. Принципиально возможны три постановки задачи оптимизации СТС:

- структурная оптимизация;
- параметрическая оптимизация;
- оптимизация режима потребления тепла.

Каждая из сформулированных постановок имеет свои особенности, принципиально отличающие их друг от друга и свои области применения. В частности, **структурная оптимизация** может иметь постановку и решение в масштабах города, района, микрорайона. Ее решение предполагает оптимизацию систем транспортировки тепловой энергии, решением которой может быть так называемая «кратчайшая сеть», позволяющая обеспечить надежное и экономичное теплоснабжение всех потребителей на рассматриваемой территории. Термин «кратчайшая сеть» включает в себя места установки и мощности источников тепла, а также структуру тепловой сети, позволяющую транспортировать тепловую энергию от мест генерации к потребителям с минимальными издержками.

Параметрическая оптимизация предполагает целенаправленное изменение параметров СТС в рамках заданной структуры с целью оптимизации затрат на генерацию, транспортировку и потребление при условии обеспечения надежного теплоснабжения. При этом оптимизируемыми параметрами являются тепловая защита теплотрасс и ограждающих конструкций зданий и сооружений, а также источников тепловой энергии.

Оптимизация режима потребления тепла предполагает регулирование подачи тепла в разрезе суток для зданий и сооружений, не предполагающих пребывания персонала в течение 24 часов.

Методический анализ потенциальных возможностей, заложенных в предлагаемом математическом аппарате (инструментарии) и способы их реализации. Для достижения поставленной цели необходим соответствующий инструментарий. В качестве инструментария в рассматриваемом случае необходимы математические модели, описывающие как отдельные подсистемы рассматриваемой системы, так и системы в целом [1], а также методики оптимизации для каждого из рассмотренных выше случаев. При этом представляют интерес математические модели, позволяющие исследовать указанные процессы, как в стационарных, так и в переходных режимах. В качестве моделей для оптимизации нами предлагается описание систем теплоснабжения линейными однородными дифференциальными уравнениями, объединяемыми в системы в зависимости от вида исследуемых технических систем.

Для автономных систем с встроенным источником энергии предлагается система из трех линейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dT_K}{dt} = -a_5 T_K & + a_5 T_p & + b_1 & + a_1 v_{\Gamma}; \\ \frac{dT_p}{dt} = a_8 T_K & - (a_8 + a_9) T_p & + a_9 T; \\ \frac{dT}{dt} = & a_{10} T_p & - (a_{10} + a_{11}) T & + b_4, \end{cases} \quad (1)$$

где первое уравнение моделирует работу источника энергии, второе – теплообменного устройства, а третье – обогреваемого помещения.

Для автономных систем с вынесенным источником энергии и простейших систем централизованного типа предлагается система из пяти линейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dT_k}{dt} = a_1 v_{\Gamma} & - a_5 T_k & & + a_5 T_{обр} & + b_1; \\ \frac{dT_{\Gamma}}{dt} = & a_6 T_k & - (a_6 + a_7) T_{\Gamma} & & + b_2; \\ \frac{dT_p}{dt} = & & a_8 T_{\Gamma} & - (a_8 + a_9) T_p & + a_9 T & + 0; \\ \frac{dT}{dt} = & & & a_{10} T_p & - (a_{10} + a_{11}) T & + b_4; \\ \frac{dT_{обр}}{dt} = & & & a_6 T_p & & - (a_7 + a_6) T_{обр} & + b_2, \end{cases} \quad (2)$$

Отличие системы (2) от (1) заключается в двух дополнительных дифференциальных уравнениях, моделирующих работу теплотрасс: второе –

теплотрасса прямой подачи энергии, пятое – теплотрасса обратной подачи энергии.

Вопросы для обсуждения.

Оптимизация структуры. В настоящее время в России преобладает модель централизованного теплоснабжения. Основными ее недостатками являются:

- большая протяженность тепловых сетей, следствием которой являются большие потери тепловой энергии, большие затраты на ремонт тепловых сетей, большие затраты на транспортировку (передачу) теплоносителя по тепловым сетям;
- низкая надежность (чем протяженнее сеть, тем ниже ее надежность).

Выход из имеющей место ситуации лежит в децентрализации СТС. Однако изменение сложившейся структуры сети дело дорогостоящее и сложное. По-видимому, необходима разработка городского плана, определяющего первоочередную перспективу децентрализации теплоснабжения во вновь строящихся микрорайонах, с последующим поэтапным переводом СТС на принципы автономной работы.

Оптимизация параметров. Решение данной задачи включает в себя:

- оптимизацию тепловой защиты ограждающих конструкций зданий и сооружений;
- расширение технических возможностей управления потреблением тепловой энергии.

Оптимизация ***параметров*** системы предполагает решение вопросов изменения параметров практически всех элементов системы энергоснабжения таким образом, чтобы в результате имело место снижение приведенных затрат на выполнение технологических функций системы.

Оптимизация режима потребления тепла предполагает изменение режима ее подачи в зависимости от категории потребителей. Данное обстоятельство позволяет существенно сокращать потребление энергии без ухудшения потребительских свойств зданий и сооружений.

В основе каждого из отмеченных направлений оптимизации СТС на основании математического моделирования необходимо определение технологии и прядка проведения мероприятий, позволяющих снижать

затраты на работу СТС. Вынесенные в заглавие конкурса тезисы: «Технологии качественного и надежного теплоснабжения», если таковые будут сгенерированы участниками конкурса, могут быть использованы как отдельные составляющие рассмотренных выше мероприятий по соответствующему виду оптимизации СТС.

Выводы. 1. Сформулирована необходимость решения задач оптимизации для систем теплоснабжения, позволяющая повышать экономическую эффективность решения указанных задач не зависимо от вида источника энергии и способа его передачи (транспортировки).

2. Представлены математические модели двух основных типов систем теплоснабжения, создающие основу для построения инструментария решения соответствующих задач.

3. Сформулированы основные задачи, имеющие место при решении проблем оптимизации теплоснабжения. Намечены возможные пути их решения.

Литература

1. Сидельников В.И., Мирская С.Ю., Надточиева О.А. Математическое моделирование систем теплоснабжения. Монография. Ростов-на-Дону, издательство КИБИ МЕДИА Центра ЮФУ, 2014 г, 196 с.