

# МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО СЕКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

**Токарев В.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт систем энергетики имени Л. А. Мелентьева  
СО РАН, <sup>2</sup>Сколковский институт науки и технологий ЦНИО  
«Энергетические системы», РФ

Системы теплоснабжения (ТСС) крупных городов, как правило, имеют кольцевую структуру и возможность перераспределения потоков при помощи перемычек, регулирующих элементов (регуляторов давления и балансировочных клапанов), изменения параметров работы источников и насосных станций (составом включенных насосов, регулированием напоров создаваемых насосами). Несмотря на кольцевую структуру, имеющую определенный уровень резервирования и большую надежность по отношению к радиальной структуре, тепловые сети (ТС) в нормальных режимах предпочитают эксплуатировать по разветвленной схеме, без перетоков теплоносителя между тепловыми магистралями, т.е. каждая магистраль имеет однозначный состав подключенных потребителей и независимый гидравлический режим. Такая схема упрощает процессы регулировки сетей, обнаружения и локализации мест аварий.

Для преобразования тепловой сети из кольцевого в радиальный вид необходимо определить места рассечки контуров (секционирование схемы), при этом следует обеспечить минимальное увеличение затрат энергии для создания гидравлического режима ТСС. На практике задача поиска секционирования тепловой сети решается экспертно. В результате определяется допустимый режим работы [1] тепловой сети по радиальной схеме, однако, в связи с большим количеством вариантов рассечки, экспертное решение может оказаться далеко от оптимального. В данной работе представляется методика поиска мест секционирования схемы кольцевой тепловой сети.

Постановка задачи поиска рационального секционирования предлагается в [2]. Задача решается методом многовариантных наладочных теплогидравлических расчетов [3, 4] с промежуточной оценкой полученного режима по технологическому критерию – гидравлической мощности  $N_{гидр.}^И = H^И X^И$ , где  $N_{гидр.}^И$ ,  $H^И$ ,  $X^И$  – соответственно, полезная гидравлическая мощность [т·м вод.ст/ч], создаваемый напор [м вод.ст] и расход теплоносителя [т/ч]. В случае с одним источником, без насосных станций и промежуточных ступеней регулирования на тепловой сети величина гидравлической мощности однозначно определяется потребителем с минимальным избыточным располагаемым напором  $H_{изб\ min}^П$ . На величину  $H_{изб\ min}^П$  можно уменьшить напор на источнике  $H^И$  при этом оставляя режим ТСС в допустимой области, то есть чем больше  $H_{изб\ min}^П$ , тем лучше режим. При наличии нескольких источников теплоты необходимо минимизировать суммарную гидравлическую мощность источников тепла, а если стоимость выработки энергии на источниках значительно отличается, то требуется минимизировать суммарную стоимость выработки требуемой мощности. В ТСС с насосными станциями (НС) и промежуточными ступенями регулирования

(ЦТП) представляется возможным декомпозиция сети на части в местах размещения ЦТП, а в ряде случаев и на НС с последующим привлечением методов многоуровневого иерархического моделирования ТСС [1].

Предлагаемая методика поиска рационального секционирования применима для тепловой сети или ее фрагмента с фиксированными параметрами действующих напоров источников и НС и одинаковой стоимости выработки мощности. Поскольку расход теплоносителя вблизи узла схода потока (УСП) наименьший в контуре, то при секционировании вблизи УСП вносится минимальное возмущение в гидравлический режим. Секционирование по потоку с большим расходом может дать лучшее решение только при больших перепадах геодезических отметок на местности или различных требованиях по допустимости параметров у потребителей, что часто встречается в реальных ТСС. Принцип поиска заключается в пошаговом секционировании вблизи УСП, которая включает пересчет режима работы ТСС, уточнение УСП после каждого секционирования и перебор (поочередное выключение) всех связей, входящих в УСП. Так как места УСП неразрывных контуров могут изменяться в процессе разрыва каждого очередного контура, то такая методика может дать лучший вариант секционирования, чем методика одновременного секционирования всей сети. При этом требуется выполнить два наладочных многоуровневых расчета теплогидравлического режима (расчет обезличенной схемы и по результатам секционирования) и по одному наладочному расчету гидравлического режима магистральной тепловой сети после каждого шага секционирования (количество расчетов равно числу вариантов разрыва контуров вблизи УСП). Методика поиска секционирования не гарантирует оптимальности найденного решения, однако позволяют найти допустимый вариант близкий к оптимальному. При этом значительно уменьшаются вычислительные трудозатраты.

### Список литературы

1. Трубопроводные системы энергетики: развитие методов математического моделирования и оптимизации/В.К. Аверьянов, Н.Н. Новицкий, М.Г. Сухарев и др. -Новосибирск: Наука, 2008.– 312 с.
2. Трубопроводные системы энергетики: математическое и компьютерное моделирование /Н.Н.Новицкий, М.Г.Сухарев, С.А.Сарданашвили и др. - Новосибирск: Наука, 2014. - 476 с.
3. Токарев В.В., Шалагинова З.И. Разработка методики многоуровневого наладочного теплогидравлического расчета систем теплоснабжения и ее реализация в составе ИВК «Ангара-ТС» // Математическое моделирование трубопроводных систем энергетики: Тр. XII Всеросс. научн. семин. с междунар. участ., ISBN 978-5-93908-088-0.-Иркутск:ИСЭМ СО РАН, 2010. -С.300-314.
4. Трубопроводные системы энергетики: математическое моделирование и оптимизация/Н.Н.Новицкий, М.Г.Сухарев, А.Д. Тевяшев и др. - Новосибирск: Наука, 2015. - 476 с.