

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И КОНФИГУРАЦИЙ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

М.В. Колосов, С.А. Михайленко

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

E-mail: Kolosov_Mike@mail.ru

Приводится статистический материал и анализ по одному из главных энергетических ресурсов – тепловой энергии. Предложена математическая модель оптимизации параметров тепловой сети по энергетическому эффекту, предложен критерий оценки максимальной энергоэффективности.

Ключевые слова:

Тепловая сеть, оптимизация, энергоэффективность.

Key words:

Energy system, optimization, energy efficiency.

В последние годы тема энергосбережения приобрела большую актуальность, а повышение энергетической эффективности определено Президентом РФ в качестве одного из приоритетов инновационного развития страны. Тепловые сети традиционно являются главным источником потерь и с каждым годом ситуация только ухудшается. Нарушения в системах централизованного теплоснабжения критичны для систем электроснабжения, так как электрическая энергия является замещающим видом энергии для систем централизованного теплоснабжения, а при сильных похолоданиях потребности в тепле, гораздо больше, чем в электроэнергии, и при нарушении режимов обеспечения теплом электрическая энергия используется самым нерациональным способом – на обогрев помещений.

По результатам энергетических обследований, расчетные и договорные присоединенные тепловые нагрузки существенно отличаются от фактических как в сторону превышения, так и занижения. Завышение нагрузок, при недостаточной оснащённости потребителей приборами учета и расчётах по приборам учёта на источниках, дает возможность теплоснабжающим организациям занижать сверхнормативные потери в сетях и, соответственно, завышать объёмы реализованной тепловой энергии. Расчетные нагрузки являются основными исходными данными для разработки нормативных энергетических характеристик. При их отличии от фактических получают расчетные режимные характеристики, недостижимые в реальности.

Фактические нагрузки также важны для определения резервов системы теплоснабжения. Отпуск теплоты с источников = Потребление + Фактические потери в сетях. Для сведения баланса надо знать хотя бы две составляющие. При 100 % оснащённости приборами учета достаточно просто определить фактические потери в сетях. Тогда КПД тепловой сети можно определить как

$$\eta = \frac{\sum Q_{\text{потребителя}}}{\sum Q_{\text{источника}}} \approx 62,2 \, \%.$$

И это без учета составляющей затрат электроэнергии для перекачки. Определение фактических нагрузок и потерь должно быть составной частью разработки общего топливно-энергетического баланса.

Фактические потери сетевой воды, по результатам энергетических обследований, как правило, соизмеримы с нормативной утечкой, равной 0,25 % объема тепловых сетей.

Приведение тепловых потерь к нормативным значениям, помимо экономии тепловой энергии и снижения затрат электроэнергии на ее транспорт, обеспечит высвобождение тепловой мощности, при этом может исчезнуть необходимость строительства новых источников тепла, рис. 1.

Задачей системы теплоснабжения является по возможности более полное и надежное обеспечение потребителей теплом. Поэтому оптимизационные модели проектирования и определения режимов работы систем через критерии оптимальности и ограничения должны отражать влияние полноты и надежности теплоснабжения на результирующий показатель эффективности выбора стратегических и тактических параметров системы теплоснабжения.

Существует модель минимизации суммарных ожидаемых потерь и затрат на создание и эксплуатацию тепловой сети. Однако экономическая эффективность системы теплоснабжения сильно зависит от внешних факторов, таких как стоимость оборудования или срок эксплуатации, в то время как показатель энергетической эффективности зависит только от режима эксплуатации. Вместе с этим в последнее время все больше внимания уделяется эксергетическим методам анализа и оптимизации, однако упоминание тепловых сетей в сочетании с эксергией практически не встречается, в связи с этим для повышения эффективности системы централизованного теплоснабжения необходимо найти пути снижения потерь эксергии также и в тепловых сетях. Эксергия учитывает и разное качество энергии, например при температуре воды 130 °С и температуре окружающего воздуха –40 °С, тепловая энергия имеет ценность примерно в 4 раз ниже

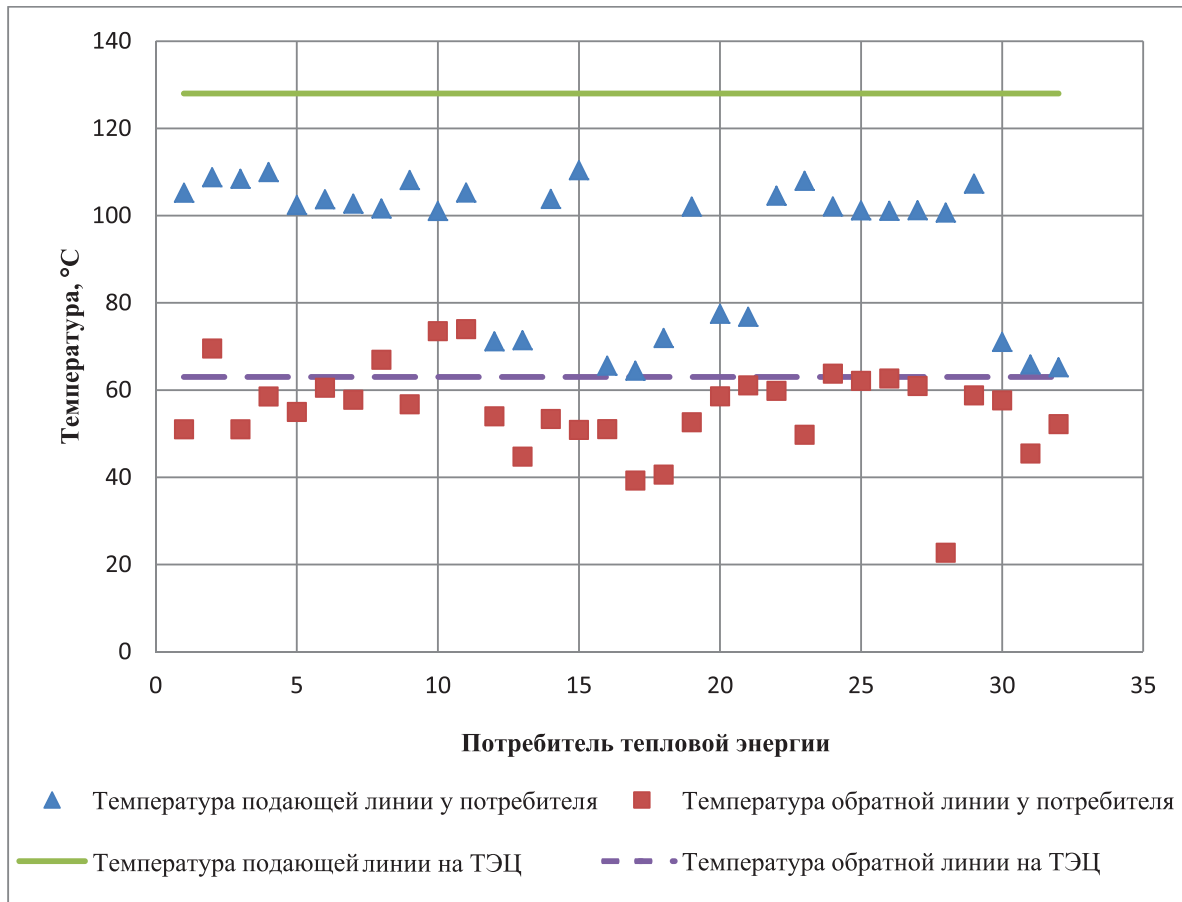


Рис. 1. Температура теплоносителя в тепловой сети

чем электрическая энергия, соответственно экспериментическая модель так же отражает и экономическую эффективность системы теплоснабжения.

Тогда задачу минимизации можно записать в виде:

$$\min_{x \in X} F(x) = \min_{x \in X} \{ \varphi_1(x) + \varphi_2(x) + M \min_{\omega} \min_{y_1(\omega) \in Y(\omega)} \varphi_3(x, y_1(\omega)) \},$$

где x — вектор структурных параметров системы; $\varphi_1(x)$ — суммарные затраты электроэнергии на подачу теплоты потребителям в ситуации ω ; $\varphi_2(x)$ — суммарные потери тепловой энергии тепловой сети в ситуации ω ; $\varphi_3(x)$ — суммарные затраты электроэнергии и потери тепловой энергии тепловой сети при выходе элемента системы из строя при условии полного обеспечения потребителей теплоэнергией в ситуации ω ; $y_1(\omega)$ — вектор тактических решений в зависимости от состояний элементов теплосети при реализации внутрисистемных случайных параметров (состояния аварии или исправности звеньев сети); $F(x)$ — оптимизационный функционал, M — символ математического ожидания.

Оптимум энергозатрат достигается в том случае, когда суммарные затраты электроэнергии и потери тепловой энергии тепловой сети будут минимальны. Теоретически максимальное значение целевой функции оптимизации может быть легко связано с поня-

тием потенциала энергосбережения. Известно, что основная проблема определения потенциала энергосбережения заключается в выборе базового значения, некоего эталона максимальной энергоэффективности, с которым производится сравнение фактического показателя расхода энергоресурса. В наибольшей степени такому показателю соответствует теоретическое значение целевой функции оптимизации.

Одним из направлений совершенствования систем централизованного теплоснабжения является оптимизация параметров и конфигураций тепловых сетей. Повышения энергоэффективности при модернизации тепловых сетей за счет оптимизации потокораспределения при замене трубопроводов и применения современных изоляционных материалов не только снижает потери при передаче теплоэнергии, но и создает возможность для подключения новых потребителей. Оптимизация энергозатрат на транспортировку энергоносителей необходима в системе долгосрочного планирования вопросов энергоэффективности. Ее результаты прежде всего ориентированы на использование при постепенной модернизации существующего оборудования и внедрении новых технологий.

Обновление тепловых сетей г. Красноярск — одно из ключевых направлений развития Енисейской ТГК. Рациональному использованию тепло-

вой энергии в немалой степени способствует инвестиционная программа по развитию объектов, используемых в системе теплоснабжения города Красноярска. Реализация программы направлена на увеличение пропускной способности тепловых сетей, перераспределение тепловой энергии от тепловых электростанций города, увеличение присоединенной нагрузки объектов теплоснабжения.

7 МВт. Использование эксергетического метода оптимизации показало, что при увеличении диаметров труб выделенных участков (рис. 2) протяженностью 12 км с 0,8 до 1,2 м возможна экономия около 3 МВт энергии.

Наибольший экономический эффект от предложенных мероприятий может быть достигнут при их реализации совместно с плановыми заменами данных трубопроводов по причине их износа с применением новых типов изоляции.

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года // ЭнергоСовет.RU – Портал по энергосбережению. 2009. URL: <http://www.energsovet.ru/fzakon.html> (дата обращения: 07.10.2010).
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Высшая школа, 2001. – 359 с.
3. Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики. – М.: Высшая школа, 1982. – 319 с.

4. Стратегия повышения энергоэффективности коммунальной инфраструктуры Российской Федерации // ЭнергоСовет.RU – Портал по энергосбережению. 2007. URL: [http://www.energoso-
vet.ru/st_energo.html](http://www.energoso-
vet.ru/st_energo.html) (дата обращения: 07.10.2010).
5. Юдин Д.Б. Задачи и методы стохастического программирования. – М.: Высшая школа, 1979. – 531 с.
6. Спирин Е. Энергоэффективность – не просто модное слово // Энергополис. – 2010. – № 8 (36).

63