

УДК 658.264

## ОЦЕНКА РАЦИОНАЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭФФЕКТИВНОГО РАДИУСА

Болдырева М.К., студент гр. ЭК-32 4-го курса факультета энергетики  
Научный руководитель: Чернов С.С., к.э.н., доцент кафедры  
производственного менеджмента и экономики энергетики  
Новосибирского государственного технического университета, г.  
Новосибирск

В последние годы на территории крупных городов всё чаще складывается ситуация, когда в зоне действия существующих систем централизованного теплоснабжения отмечается строительство большого количества автономных котельных. Наблюдается ярко выраженный процесс, обратный теплофикации, – «котельнизация», или переход от комбинированного потребления тепловой и электрической энергии от ТЭЦ на раздельное энергоснабжение: теплоснабжение от индивидуальных, квартальных, крышных котельных и электроснабжение от ГРЭС или ТЭЦ, работающих в конденсационном режиме. Со стороны потребителей этот процесс может считаться эффективной тенденцией обеспечения тепловой энергией с минимизацией капитальных затрат на строительство, максимальной автоматизацией режимов производства и передачи тепловой энергии и т. д. Данное предположение подтверждается при сопоставлении КПД источников энергии: для газовой котельной КПД находится в диапазоне 90–94 %, паротурбинной ТЭЦ – 35–40 %, современных ГРЭС (работающих по парогазовому циклу) – 50–52 %.

Однако эти результаты не отражают истинной энергетической эффективности источника энергоснабжения, так как сравниваются и сопоставляются неравноценные виды энергии. Для определения реальной энергоэффективности теплоисточников в расчёт КПД должны вноситься поправки на ценность вырабатываемого вида энергии. При внесении таковых, согласно работе [4], напрашивается вывод о том, что централизованное теплоснабжение от ТЭЦ всегда будет экономичнее теплоснабжения от автономной котельной. Однако это не соответствует действительности в полной мере. В системах централизованного теплоснабжения имеются затраты на перекачку теплоносителя, компенсацию потерь в тепловых сетях и иные затраты, зависящие от конфигурации системы. Конфигурация, в свою очередь, характеризуется следующими показателями:

- степенью разветвлённости сетей;
- плотностью тепловой нагрузки потребителей;
- протяжённостью и материальной характеристикой сетей;
- фактическим уровнем потерь энергии.

Таким образом, зона эффективного теплоснабжения от ТЭЦ не безгранична. Ключевой задачей для оценки эффективности теплоснабжения потребителей в данном случае является нахождение границы централизованного теплоснабжения на базе ТЭЦ, в зоне которой оно будет эффективнее. А при установлении таковой зоны, встает вопрос о целесообразности нахождения посторонних источников в эффективной зоне.

История исследований экономических проблем дальности транспорта тепла от крупных теплоисточников по продолжительности практически равна истории самой теплофикации. Первые публикации на эту тему основоположников теплофикации Якимова Л.К. Дмитриева В.В. относятся к 1931-1933 гг. Уже в первом Генеральном плане теплофикации Москвы 1934 г. были использованы понятия «экономического» и «предельного» радиусов теплофикации.

Методика определения «экономического» радиуса в действительности представляла собой метод расчета оптимальной мощности ТЭЦ (котельной) в районе с известной теплоплотностью и конфигурацией.

Для определения минимума целевой функции приведенных затрат использовались те или иные эмпирические зависимости для оценки затрат на источниках тепла и тепловых сетях.

Большинство этих исследований завершилось к концу 60 годов прошлого столетия. Весь этот период характеризовался большим количеством вновь строящихся систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) и полным отсутствием эффективной вычислительной техники.

Уже первые результаты численного анализа этих проблем в 70 - 80 гг. показали, что оптимум экономического функционала существенно зависит от наличия существующей части, места размещения теплоисточника и т.д. Само понятие «радиуса» с течением времени трансформировалось в методы математического моделирования и оптимизации развивающихся СЦТ.

Интерес к понятию «радиуса» был реанимирован принятием Федерального закон "О теплоснабжении" от 27.07.2010 N 190-ФЗ.

Федеральный закон требует необходимость расчета радиуса эффективного теплоснабжения (РЭТ) при выполнении схем теплоснабжения и определяет РЭТ как «максимальное расстояние от теплопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в СЦТ, при превышении которого подключение теплопотребляющей установки к данной СЦТ нецелесообразно по причине увеличения совокупных расходов в СЦТ» и является одним из критериев обязательного подключения объекта капитального строительства.

Строгое выполнение требований Закона определяет нулевое значение РЭТ, так как присоединение любого дополнительного абонента к действующей СЦТ всегда увеличивает совокупные расходы, требует дополнительных инвестиций, расхода топлива и т.д.

В действительности важно, чтобы не увеличивались удельные затраты на производство, транспорт и реализацию тепла.

Следует отметить, что в условиях плановой экономики при 100 % государственных инвестициях, поиск минимума приведенных затрат обеспечивал хотя бы формально максимальный «народно-хозяйственный эффект».

В рыночной экономике достигнутый в данной СЦТ минимум удельных затрат не является гарантией сбыта тепла. Естественным индикатором конкурентоспособности является цена у конкурента. В противном случае, необходимо вводить норму принудительного подключения к действующим СЦТ. Снижение затрат в условиях локальной монополии маловероятно.

В газифицированных районах при отсутствии других источников тепла в качестве виртуального конкурента целесообразно рассматривать газовую котельную у одного или нескольких перспективных абонентов. Вышеуказанное позволяет констатировать:

- законодательно закрепленное понятие РЭТ нуждается в корректировке;
- определение РЭТ связано с необходимостью оценки затрат на присоединение новых потребителей и сопоставление их с затратами на альтернативные теплоисточники.
- Учитывая отсутствие нормативных указаний относительно методики определения РЭТ, рассмотрим расчеты по следующим авторским методикам:
- расчет РЭТ по критерию минимальных удельных совокупных расходов на производство и транспорт тепловой энергии;
- расчет РЭТ по критерию минимальных удельных совокупных расходов на транспорт тепловой энергии;
- расчет РЭТ по критерию затрат конкурирующего (альтернативного) теплоисточника.

Расчет РЭТ по критерию минимальных удельных совокупных расходов на производство и транспорт тепловой энергии. В основу расчета положены предложенные Е.Я. Соколовым полуэмпирические соотношения. Для определения числа и местоположения источников теплоты в крупных городах рекомендовалось «учитывать оптимальный радиус действия тепловых сетей, при котором удельные затраты на выработку и транспорт тепла от одной ТЭЦ являются минимальными». Оптимальный радиус теплоснабжения определяется из условия минимума выражения для «удельных стоимостей сооружения тепловых сетей и источника».

Данный метод не учитывает удаленность источника тепловой энергии от основных зон теплопотребления; следовательно, часть потребителей не попадает в зону эффективного радиуса теплоснабжения. По этой причине данная методика неприменима в современных условиях.

Расчет РЭТ по критерию минимальных удельных совокупных расходов на транспорт тепловой энергии. Расчет ведется с учетом расстояния от точки присоединения тепловой нагрузки до теплоисточника и без учета расстояния,

и на основании разницы в затратах делаются выводы об эффективности транспорта тепла в ту или иную зону в зависимости от расстояния.

Данная методика основывается на допущении, что в среднем по системе централизованного теплоснабжения, состоящей из теплоисточника, тепловых сетей и потребителей затраты на транспорт тепла для каждого конкретного потребителя пропорциональны расстоянию до источника и мощности потребления.

Расчет РЭТ по критерию затрат конкурирующего (альтернативного) теплоисточника. Согласно разработанной в АО «Газпром промгаз» методике, экономически обоснованная дальность транспорта тепла или РЭТ определяется как сумма протяженностей двух теплопроводов:

- теплопровода от теплоисточника до камеры тепловой сети, в которой предусматривается подключение дополнительной нагрузки (путь снабжения);
- экономически обоснованного соединительного теплопровода (ОСТ) от вышеуказанной камеры до нового абонента с максимально допустимым расстоянием от камеры.

Эти РЭТ включает и установленное действующим законодательством (№190-ФЗ) «максимальное расстояние от теплотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии». Очевидно, что это расстояние соответствует протяженности «главного направления» до конечного участка плюс ОСТ.

Для каждой камеры тепловой сети будет собственное значение РЭТ. Таким образом, изменяется не только расстояние от источника до камеры, но и ОСТ. Присутствие в этих зонах других теплоисточников или сетей от других теплоисточников должно иметь особое обоснование, основанное на сопоставлении себестоимостей поставки тепла в точку конкуренции.

Расчет «радиуса эффективного теплоснабжения» по критерию затрат конкурирующего (альтернативного) теплоисточника позволяет наиболее полно определить экономически обоснованную зону действия энергоисточника в современных экономических условиях, так как использует конкуренцию эффективности теплоснабжения нового потребителя от источника когенерации и конкурирующей (альтернативной) котельной.

Анализ данных методик позволяет сделать следующие выводы:

- Известные в литературе аналитические методы расчета радиуса эффективного теплоснабжения применимы лишь для экспертной оценки вновь строящихся систем централизованного теплоснабжения.
- Использование этих методов для оценки уже действующих систем централизованного теплоснабжения неправомерно.

Наиболее корректно говорить о радиусе эффективного теплоснабжения как о максимальной дальности транспорта теплоты от источника до потребителя тепловой энергии, зависящей от наличия или отсутствия резервов пропускной способности существующих тепловых сетей и резервов

тепловой мощности на источнике, а также от прогнозируемой конфигурации тепловой нагрузки относительно места расположения источника тепловой энергии и плотности тепловой нагрузки.

Максимальная дальность транспорта тепловой энергии, характеризующая минимумом совокупных затрат, существенным образом зависит от места подключения новой нагрузки к существующей тепловой сети и может быть различной для каждого направления вывода тепловой мощности.

Усилия по поиску универсальных формул «для расчета» РЭТ целесообразно переориентировать на разработку стандартных и утвержденных в установленном порядке методик математического моделирования и оптимизации развивающихся СЦТ и реализующих программных комплексов.

### Список литературы:

1. Ю.В. Кожарин, Д.А. Волков, К вопросу определения эффективного радиуса теплоснабжения

Источник: Журнал «Новости теплоснабжения» №08 (144) 2012 г. , [www.nts.ru/8\\_2012.html](http://www.nts.ru/8_2012.html) (дата последнего обращения 28.03.2017г. )

2. Папушкин В. Н. Радиус теплоснабжения. Хорошо забытое старое // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 9. – С. 44–49.

3. СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ города Москвы на период до 2030 года

с учетом развития присоединенных территорий, 2016 г. <http://depteht.mos.ru/information-for-the-population/when-the-heating-season-starts/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%201.4.pdf> (дата последнего обращения 28.03.2017г. )

4. Высокотехнологичные предприятия инновационного бизнеса России в сфере энергосбережения: состояние и перспективы [http://www.endf.ru/61\\_1.php](http://www.endf.ru/61_1.php) (дата последнего обращения 28.03.2017г. )