

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ КОМБИНИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ

К.Д. Кошкин\*, Ю.Е. Николаев\*\*

\*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Россия, г. Саратов, [Samshit93@yandex.ru](mailto:Samshit93@yandex.ru)

\*\*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,  
Россия, г. Саратов, [niko00949@mail.ru](mailto:niko00949@mail.ru)

*Аннотация:* Предложена система теплоснабжения с количественным и качественно-количественным регулированием тепловой нагрузки и децентрализованным источником теплоты, размещаемым у потребителей. Рассчитаны расходные характеристики и годовые показатели системы теплоснабжения.

*Ключевые слова:* централизованный источник тепловой энергии, местный источник теплоты, количественное и качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEATING SYSTEMS THROUGH A COMBINATION OF CENTRALIZED AND DECENTRALIZED HEAT SOURCES

K.D. Koshkin\*, U.E. Nikolaev\*\*

\* Yuri Gagarin state technical university of Saratov,  
Saratov, Russia, [Samshit93@yandex.ru](mailto:Samshit93@yandex.ru)

\*\* Yuri Gagarin state technical university of Saratov,  
Saratov, Russia, [niko00949@mail.ru](mailto:niko00949@mail.ru)

*Abstract.* A heating system with a quantitative and qualitative quantitative regulation of heat load and a decentralized heat source, placed by consumers. Calculated flow characteristics and annual indicators of heat supply system.

*Keywords:* centralized source of heat, a local heat source, quantitative and qualitative quantitative regulation of the heat load.

Одним из важных направлений развития существующих систем теплоснабжения РФ является их модернизация путем внедрения передовых технологий и оборудования, обеспечивающих повышение эффективности, надежности и качества предоставляемых услуг потребителям. Проведенный анализ работы систем централизованного теплоснабжения на базе паротурбинных ТЭЦ, выполненный в [1], показывает, что положительный энергетический эффект за счет экономии топлива от теплофикации компенсируется потерями через несовершенную изоляцию и сверхнормативными утечками в сетях, значительными затратами электроэнергии на перекачку теплоносителя, перетопами зданий в переходные периоды года. Повышение эффективности и надежности систем теплоснабжения можно достигнуть за счет комбинирования централизованных и децентрализованных источников теплоты, при расположении последних непосредственно у потребителя, изменением принципа регулирования тепловой нагрузки [1,2,3].

В статье предложена новая система теплоснабжения, сочетающая централизованный источник – ТЭЦ и децентрализованные источники, расположенные в микрорайонах города или на крышах высотных зданий. С целью максимального использования температурного потенциала сетевой воды ТЭЦ применяется количественное регулирование, в местной системе с децентрализованным источником применяется качественно-количественное регулирование. Предлагаемая система теплоснабжения приведена на рис. 1.

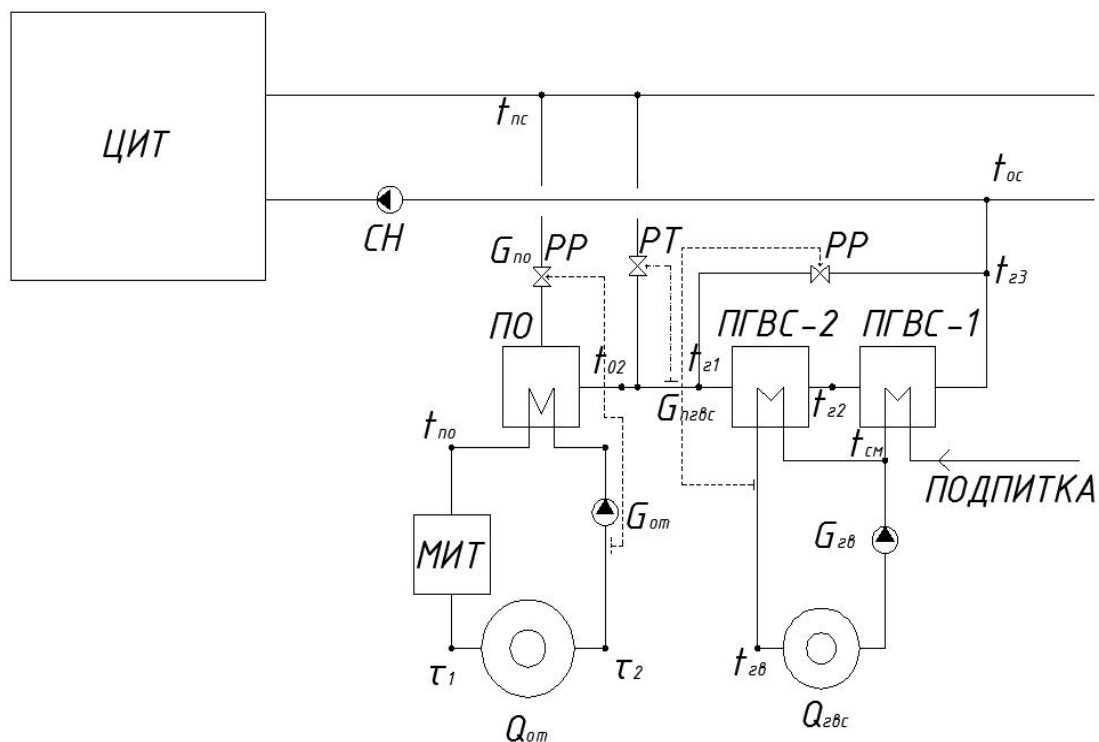


Рис.1. Комбинированная система теплоснабжения

ЦИТ- централизованный источник теплоты, СН – сетевой насос, ПО – подогреватель отопления, МИТ – местный источник теплоты, РТ – регулятор температуры, РР – регулятор расхода, ПГВС-1, ПГВС-2 – подогреватели горячего водоснабжения первой и второй ступени

Система работает следующим образом, нагретая сетевая вода в ЦИТ до температуры  $75-80^{\circ}\text{C}$  транспортируется по сетям до групповых тепловых пунктов потребителей, где поступает в ПО, нагревая воду отопительной системы с включенным МИТ. Регулирование тепловой нагрузки в ЦИТ осуществляется расходом сетевой воды при постоянной температуре в подающей магистрали (количественное). В системе отопления регулирование качественно-количественное с изменением расхода и температуры воды. После ПО сетевая вода поступает в подогреватели горячего водоснабжения. При температуре сетевой воды после ПО менее  $65^{\circ}\text{C}$  открывается регулирующий клапан РК, который подает дополнительный расход греющей воды на вход ПГВС-2, тем самым обеспечивая заданную температуру воды для горячего водоснабжения.

По сравнению с традиционной системой, включающей ЦИТ - ТЭЦ с пиковым котлом, повышенный температурный график сети с качественным регулированием тепловой нагрузки, зависимое элеваторное присоединение нагрузки отопления, преимуществом предложенной системы является: 1- уменьшение тепловых потерь в сети из-за снижения температуры в подающей магистрали ЦИТ, 2 – повышение надежности теплоснабжения при установке МИТ у потребителя, 3 – снижение температуры воды в обратной магистрали в результате применения количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки, 4 – уменьшение расхода сетевой воды в тепломагистралях, что снижает потребление электрической энергии на перекачку теплоносителя и стоимость сети.

Для определения количественных характеристик системы при различных температурах наружного воздуха разработана математическая модель, описывающая функционирование теплового пункта группы зданий, децентрализованного

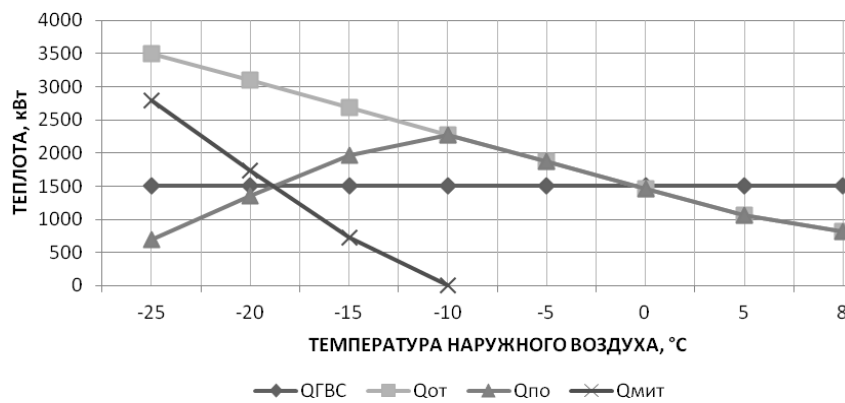
источника, тепловых сетей и ТЭЦ. В математическую модель входит:- расчет тепловых нагрузок отопления и горячего водоснабжения, температурных графиков центрального количественного регулирования и местного качественно-количественного регулирования, -выбор расчетной поверхности подогревателей отопления и горячего водоснабжения, - расчет параметров потоков воды при различных температурах наружного воздуха в тепловом пункте, в сетях и на ТЭЦ, - определение мощности насосов для перекачки воды, - отпуска теплоты и выработки электрической энергии на тепловом потреблении ТЭЦ.

Расчет тепловых нагрузок, температурных графиков, выбор поверхности теплообмена ПО и ПГВС осуществлялся на режимах наибольшей нагрузки, а изменение параметров теплоносителей при различных температурах наружного воздуха учитывалось с помощью расчета удельных характеристик подогревателей [4]. Результаты расчетов указанных характеристик на примере теплового пункта с присоединенной нагрузкой отопления 3,5 МВт и максимальной нагрузки горячего водоснабжения 4,3 МВт, расположенного в европейской части РФ, приведены на рис. 2 а,б,в. Из рис. 2а видно, что пиковый источник отключается при температуре наружного воздуха более – 10 °С, при этом нагрузка ПО достигает максимального значения. Продолжительность работы пикового источника составляет около 1000 ч/год. Расход сетевой воды на ПО с увеличением температуры наружного воздуха снижается, а в тепловой сети – увеличивается в связи с открытием РК и подачи воды из подающей сети в ПГВС-2 (рис.2б). Температура воды после теплового пункта снижается по мере роста температуры наружного воздуха с 45 до 20 °С (рис.2в). Таким образом, в предложенной схеме реализуется комбинированное низкотемпературное теплоснабжение от ТЭЦ и местного источника теплоты с обеспечением нагрузки отопления и горячего водоснабжения.

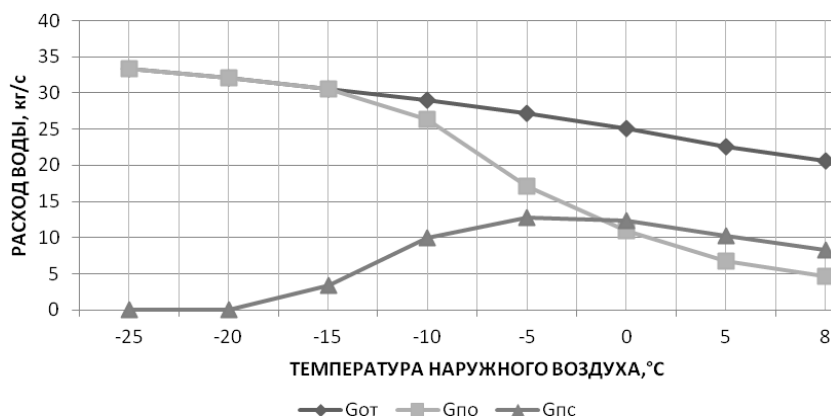
Для оценки энергетической эффективности рассмотрены варианты с предлагаемой схемой тепловых пунктов и традиционной - с отпуском теплоты от ТЭЦ с турбинами Т-110/120-130, включающей сетевые подогреватели и пиковые водогрейные котлы, работающие по температурному графику 130/70 °С с качественным регулированием тепловой нагрузки. Расчетная тепловая нагрузка в сравниваемых вариантах принята равной 600 МВт. В качестве местного источника теплоты рассмотрена отопительная котельная. Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Годовые показатели двух вариантов системы теплоснабжения

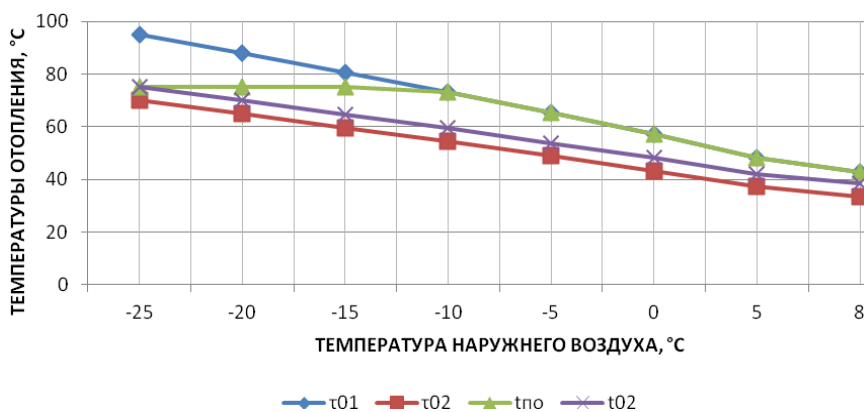
Наименование показателя и единица измерения	Традиционная система (вариант 1)	Комбинированная система (вариант 2)
1.Производство теплоты комбинированным способом, тыс. МВт ч	20,9	20,6
2.Производство теплоты раздельным способом, тыс. МВт ч	1,04	1,32
3.Выработка электроэнергии на базе теплового потребления/по конденсационному режиму, тыс. МВт ч	10,98/ 2,75	11,52/ 1,81
4.Расход условного топлива в системе, тыс. т у.т	5,90	5,69
5.Потери теплоты в сетях, тыс. МВт ч	2,2	1,66
6. Расход электроэнергии на перекачку сетевой воды, тыс. МВт ч	18,6	13,9



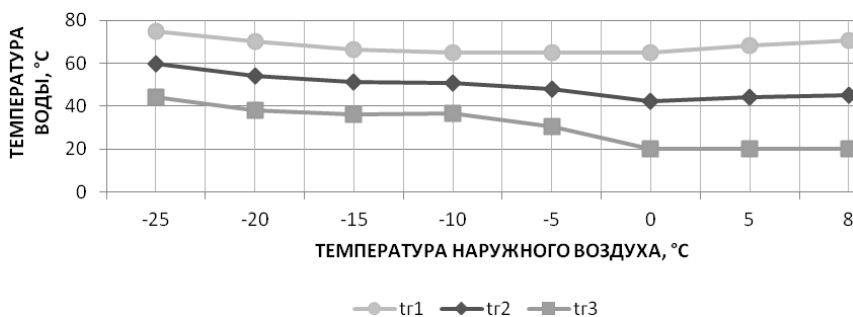
а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Графики расходов теплоты (а), расходов воды (б), температуры воды в подогревателе ПО (в), температуры воды в подогревателях ГВС (г)

Из рассмотрения таблицы следует, что производство электрической энергии комбинированным способом увеличивается на 4,7 % в результате снижения давления теплофикационного отбора, а выработка энергии на конденсационном режиме снижается на 34,2 %. Выработка теплоты на пиковом источнике увеличивается на 21%. Суммарный расход топлива в системе в варианте 2 снижается на 3,6 %. Кроме того, за счет уменьшения отпуска теплоты от ТЭЦ в варианте 2 уменьшаются потери тепловой энергии в сетях и расход электроэнергии на перекачку на 20-25%.

Окончательное решение о целесообразности внедрения предлагаемой схемы будет принято после технико-экономического обоснования.

#### Библиографический список

- 1.Ротов П.В., Шарапов В.И. Регулирование нагрузки городских теплофикационных систем/ Улян. Гос. техн. ун-т. Ульяновск, 2013. 310 с.
- 2.Андрющенко А.И. Комбинированные системы энергоснабжения // Теплоэнергетика. 1997. №5. С.2-6.
- 3.Комплексные исследования ТЭС с новыми технологиями / П.А. Щинников, Г.В. Ноздренко, В.Г. Томилов и др. Новосибирск: Изд.-во НГТУ, 2005. 528 с.
- 4.Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Издательство МЭИ, 2006. 472 с.