

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МИКРОРАЙОНА Г. САМАРЫ

В.И. Немченко, А.А. Желтухин

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: usat@samgtu.ru

Представлены результаты системного анализа тепловой сети района Привокзальной котельной. Выявлены основные факторы, позволяющие повысить эффективность центрального теплоснабжения. Рассмотрены различные способы организации учета тепловой энергии. Проанализированы возможность и особенности применения блочно-модульных тепловых пунктов. Предложена методика настройки регулятора отопления.

Ключевые слова: *эффективность, тепловая энергия, тепловые сети, тепловые пункты, учет тепловой энергии, регулирование.*

В материалах расширенного заседания президиума Государственного совета по вопросу повышения энергоэффективности российской экономики [1] отмечено, что один из самых значительных резервов энергосбережения и энергоэффективности связан с электроэнергетикой и другими отраслями топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Повышение КПД и снижение удельных затрат электрических станций, снижение потерь при передаче и транспортировке электрической и тепловой энергии являются ключевыми задачами, стоящими перед ТЭК. Поэтому решение вопросов регулирования тепловой нагрузки и повышения эффективности теплоснабжения муниципальных образований от центральных теплоисточников является актуальным и своевременным.

Теплоснабжение г. Самары осуществляется от трёх генерирующих источников (СамГРЭС, СамТЭЦ, БТЭЦ) и двух мощных отопительных котельных (Центральная и Привокзальная). Кроме того, в городе действуют сети более 200 отопительных котельных средней и малой мощности различной ведомственной подчиненности. Особенности схемы теплоснабжения продемонстрируем на примере тепловой сети Привокзальной котельной.

На Привокзальной котельной установлено 3 котла КВГМ-100 и 3 котла КВГМ-180 суммарной тепловой мощностью 840 Гкал/ч. Котельная подключена к тепловой сети через 3 вывода диаметрами по 800 мм. Тепловые сети Привокзальной отопительной котельной (ПОК) обеспечивают тепловой энергией, идущей на отопление и горячее водоснабжение, потребителей, расположенных в 3 административных районах г. Самары – Железнодорожном, Ленинском и Октябрьском. В анализе использовались данные работы [2].

Тепловая нагрузка этого района составляет: суммарная – 641,652 Гкал/час, отопления – 329,786 Гкал/час, горячего водоснабжения – 192,818 Гкал/час, вентиляции – 119,048 Гкал/час. Нагрузка от Привокзальной котельной распределяется между 747 потребителями. Структурная схема распределения тепла

*Владимир Иванович Немченко – к.т.н., доцент.
Александр Анатольевич Желтухин – аспирант.*

приведена на рис. 1. Передача тепла ОАО «Территориальное управление по теплоснабжению г. Самары» (ТУТ) происходит через три учетных пункта, установленных на каждом выходе Ду 800 мм котельной.

Индивидуальные тепловые пункты (ИТП) потребителей получают тепловую энергию от 30 центральных тепловых пунктов (ЦТП), из которых 7 принадлежат ЗАО «Предприятие тепловых сетей» (ПТС), 12 – ТУТ и 11 – различным ведомствам, а также непосредственно от тепловой сети ТУТ путем подключения к 29 тепловым камерам. 450 потребителей получают тепловую энергию от тепловой сети ТУТ суммарной тепловой мощностью 364,784 Гкал/час. Они подключены либо к тепловым пунктам ТУТ и ведомственным, либо к 29 тепловым камерам ТУТ. 297 потребителей получают тепловую энергию через перепродавца – ПТС – суммарной тепловой мощностью 276,928 Гкал/час. ПТС получает тепловую энергию от ТУТ через свои 7 тепловых пунктов, через тепловые пункты ТУТ, ведомственные тепловые пункты, а также через тепловые камеры ТУТ. Тепловые нагрузки указаны на рис. 1.

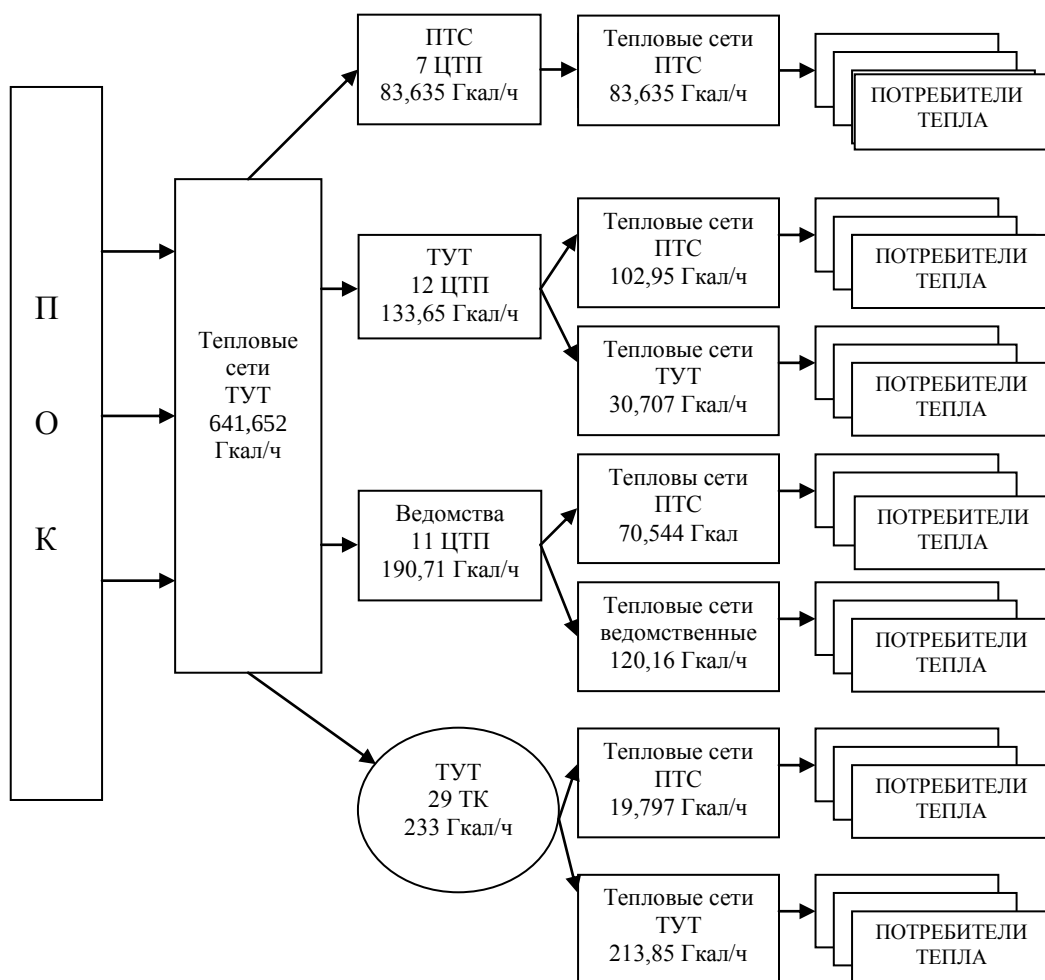
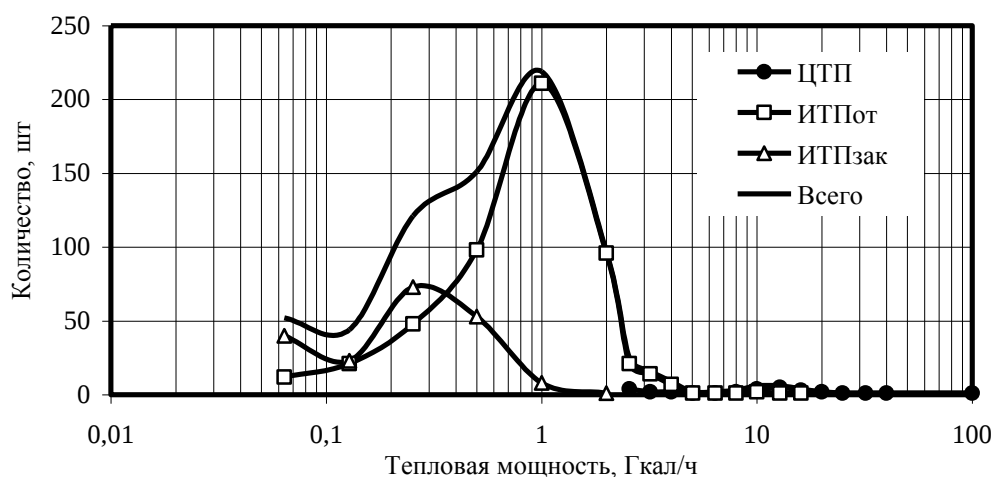
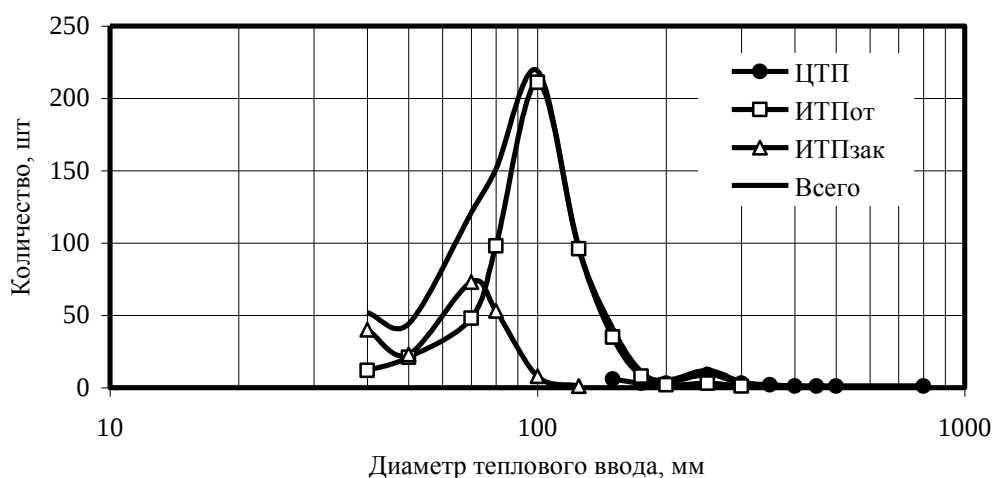


Рис. 1. Структурная схема распределения тепловой энергии по сети Привокзальной котельной

К тепловой сети потребители подключены: по открытой схеме – 30 ЦТП и 535 ИТП, по закрытой схеме – 198 ИТП, а 14 объектов являются потребителями только горячей воды. На рис. 2 представлено распределение количества тепловых пунктов, центральных и индивидуальных, в зависимости от схемы подключения, от тепловой мощности и диаметра трубопровода ввода. Таким образом, из анализа структуры тепловых сетей вытекает, что для учета расхода тепла рассматриваемой сети необходимо организовать учет в 30 тепловых пунктах и у 747 индивидуальных потребителей. В соответствии с существующими правилами учета тепловой энергии и теплоносителя [3] рассмотренные потребители по количеству контролируемых параметров подразделяются на 3 группы: с нагрузкой более 0,5 Гкал/ч – 396; от 0,5 до 0,128 Гкал/ч – 284; менее 0,128 Гкал/ч – 97.



а



б

Рис. 2. Распределение количества тепловых пунктов: центральных (ЦТП), индивидуальных по открытой схеме (ИТПот), индивидуальных по закрытой схеме (ИТПзак) и всего в зависимости от тепловой мощности (а) и диаметра трубопровода теплового ввода (б)

При внедрении системы коммерческого учета тепловой энергии в схеме теплоснабжения от ПОК следует учитывать следующие уровни организации учета:

- первый уровень:
 - от ПОК – тепловым сетям ТУТ;
 - второй уровень:
 - от ТУТ – через тепловые пункты ПТС – в тепловые сети ПТС;
 - от ТУТ – через тепловые пункты ТУТ – в тепловые сети ПТС;
 - от ТУТ – через тепловые камеры ТУТ – в тепловые сети ПТС;
 - от ТУТ – через тепловые пункты и тепловые сети ТУТ – потребителям тепла;
 - от ТУТ – через тепловые камеры и тепловые сети ТУТ – потребителям тепла;
 - от ТУТ – в ведомственные тепловые пункты;
 - третий уровень:
 - от тепловой сети ПТС – потребителям тепла;
 - от ведомственных тепловых пунктов – в тепловые сети ПТС;
 - от ведомственных тепловых пунктов – через ведомственные тепловые сети – потребителям тепла;
 - четвертый уровень:
 - от тепловой сети ПТС – потребителям тепла (от ведомственных ЦТП).
- По результатам анализа можно сделать следующие выводы:
- технически невозможно организовать учет от тепловых камер в тепловые сети ПТС;
 - необходима оптимизация структуры тепловых сетей.

Масштабное внедрение систем коммерческого учета на новой элементной и приборной базе началось с 1994 г. На начальном этапе были реконструированы узлы учета на ЦТП и у наиболее мощных потребителей тепла. Затем проводилась установка приборов на объектах социальной сферы и в учреждениях образования. В настоящее время значительная часть потребителей тепловой энергии ЖКХ и социальной сферы города охвачена приборным учетом отопления и ГВС.

Основные установленные приборные комплекты учета тепловой энергии и теплоносителя:

- однопоточные (теплосчетчик СТС-3 с вычислителем SUPERCAL, теплосчетчик СТС-6 с вычислителем SUPERCAL-4313АО «Тепловодомер», г. Мытищи, Московская обл.);
- двухпоточные для открытой схемы до 0,5 Гкал/ч (теплосчетчики SA 94/2, SA 94/3 АО «ASWEGA», Эстония);
- двух- и трёхпоточные для открытой схемы более 0,5 Гкал/ч (теплосчетчики-регистраторы MT200DS, TCP, TCPB ЗАО «ВЗЛЕТ», г. Санкт-Петербург);
- многопоточные для открытой схемы более 0,5 Гкал/ч (тепловычислители ТВМ-2, ТВМ-5 ООО «Вымпел», г. Саратов; тепловычислители СПТ 941, СПТ 961 НПО «Логика», г. Санкт-Петербург; тепловычислители ВКТ-2, ВКТ-3, ВКТ-5 ООО «Теплоком», г. Санкт-Петербург).

Как видно из перечня, в городе установлено и находится на эксплуатации большое количество разнотипных приборов учета. Этот факт значительно затрудняет техническое обслуживание приборов и не позволяет создать единую систему автоматизированного сбора информации с теплосчетчиков.

В сетях Привокзальной котельной ЦТП выполняют функцию учета и распределения тепла, поступающего из тепловой сети, между потребителями. На рис. 3 представлена температура наружного воздуха (а) и результаты измерения параметров теплоснабжения: количества потребленной теплоты (б), расхода сетевой

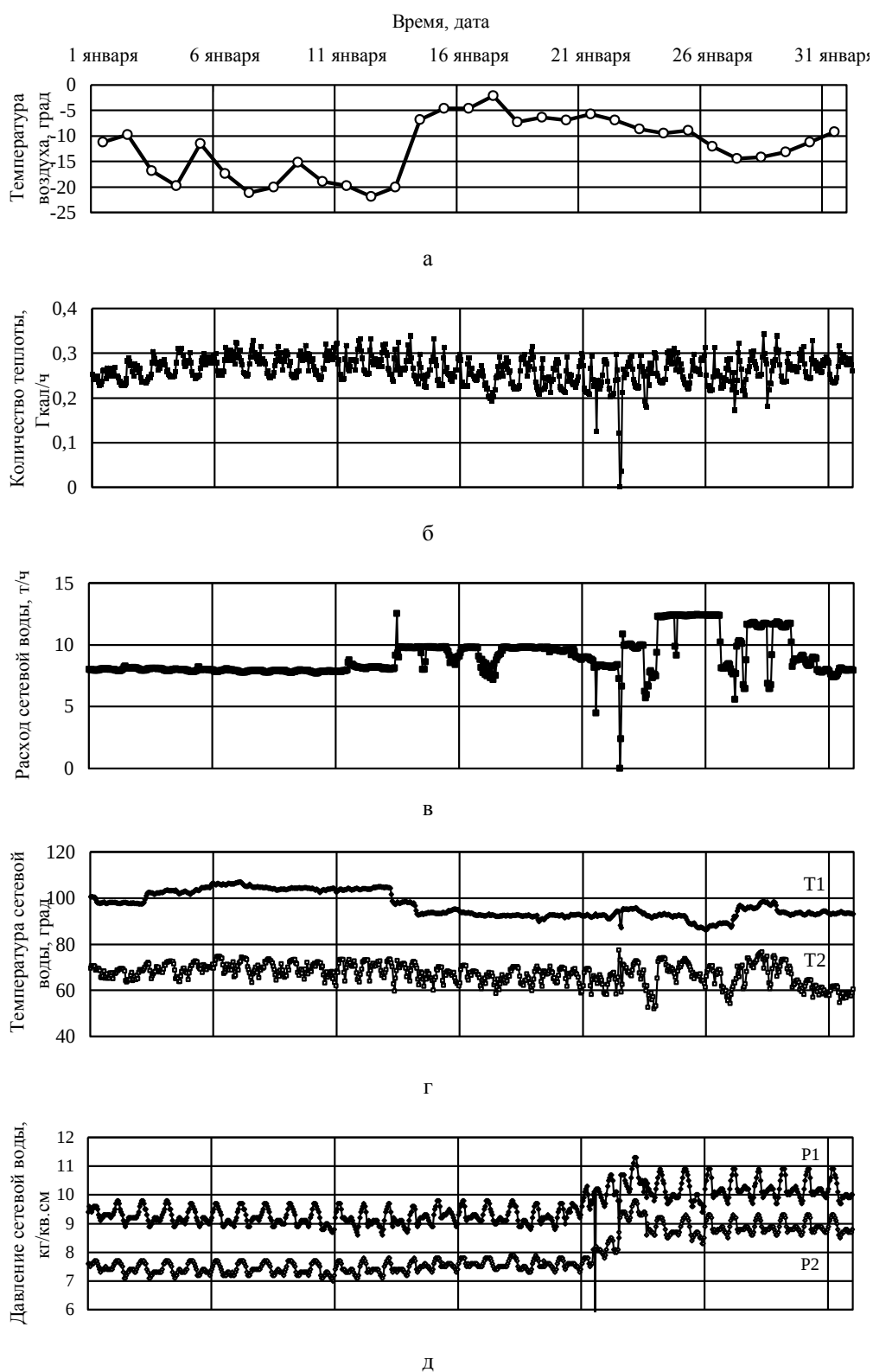


Рис. 3. Изменение температуры наружного воздуха и параметров теплоснабжения потребителя в январе 2009 г. по данным теплосчетчика

воды в подающем трубопроводе (в), температуры сетевой воды в подающем Т1 и обратном Т2 трубопроводах (г), давления сетевой воды в подающем Р1 и обратном Р2 трубопроводах (д) в январе 2009 г. по данным теплосчетчика на одном из тепловых пунктов потребителя. Видна слабая корреляция между температурой наружного воздуха, количеством потребленного тепла и температурой воды в подающем трубопроводе. Центральное качественное регулирование осуществляется на котельной по температурному графику 150/70 °С с ограничением максимальной температуры.

Сопоставление расчетного и фактического относительного количества теплоты представлено на графике (рис. 4). Видно, что при температурах наружного воздуха меньше минус 10 °С тепла отпускается больше нормативного. При температурах больше минус 10 °С тепла отпускается значительно меньше нормативного. Расход воды в подающем трубопроводе при качественном регулировании должен оставаться постоянным, а фактически наблюдается переменный расход. Отмечены периодические колебания давления воды, которые не согласуются с динамикой изменения расхода воды. По результатам анализа можно сделать вывод, что фактические режимы регулирования не отвечают алгоритму качественного регулирования.

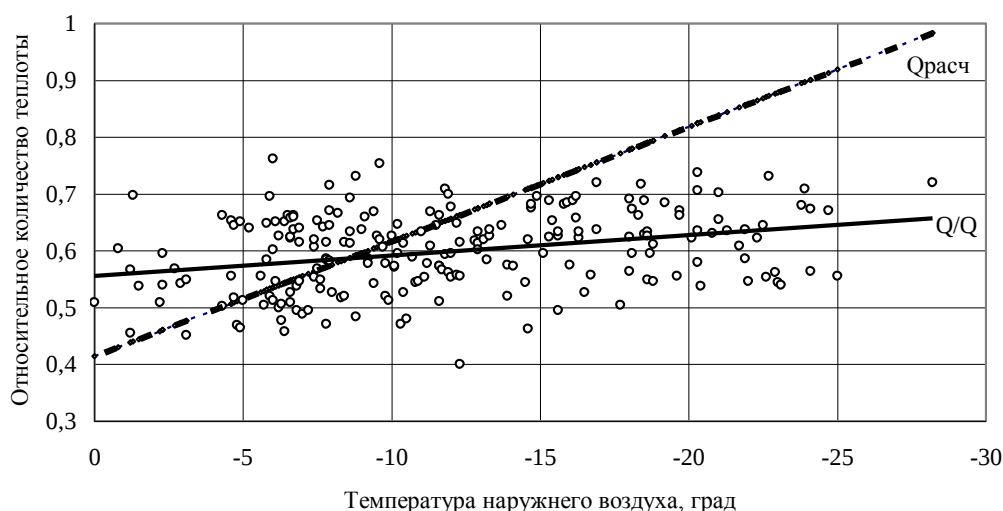


Рис. 4. Зависимость расчетного и фактического относительного количества теплоты от температуры наружного воздуха

Реализация более тонкого и экономичного способа регулирования параметров теплоснабжения – количественно-качественного – в большинстве случаев возможна только на индивидуальных тепловых пунктах (ИТП). В настоящее время при реконструкции тепловых пунктов и дооснащении их приборами учета и регулирования получают распространение блочные или модульные тепловые пункты (БМТП), преимуществами которых являются: заводская готовность оборудования и соответствие требованиям нормативных документов [5, 6]; существование единой гарантии на всё оборудование; компактные размеры оборудования; полная комплектация оборудованием и приборами; минимальные сроки монтажа с незначительным объемом монтажных операций.

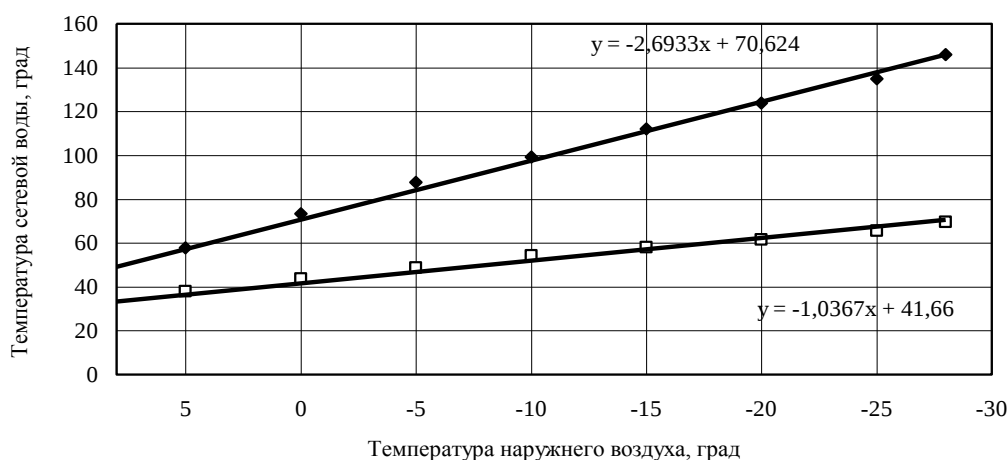


Рис. 5. График температур сетевой воды для программирования погодного компенсатора (регулятора) при количественно-качественном регулировании тепловой нагрузки

На стадии предварительных расчетов и проектирования необходимо определить, какой из видов тепловых пунктов обеспечивает максимальную эффективность для конкретного объекта как с технической, так и с экономической точки зрения. Наиболее интенсивно в Самаре внедряются БМТП ООО «Данфосс» и ЗАО «ВЗЛЁТ». Расчет подачи теплоты в систему отопления выполнен для БМТП ЗАО «ВЗЛЁТ» с регулятором РО-01 в соответствии с методикой СП 41-101-95 [6]. При автоматизации систем отопления заданный график подачи теплоты обеспечивается поддержанием регулятором соответствующего графика температур теплоносителя [7]. Для регулирования применяется способ поддержания требуемой разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах. Этот способ наиболее эффективен, при нем повышается точность регулирования из-за того, что график разности температур – линейный, в отличие от нелинейных графиков температур воды в подающем и обратном трубопроводах систем отопления.

На рис. 5 представлен график температур сетевой воды для программирования погодного компенсатора (регулятора) при количественно-качественном регулировании тепловой нагрузки. График получен для наружной температуры минус 28°C и расчетной температуры в помещении 21,5 °С.

Полученные расчетные графики регулирования подачи теплоты на отопление жилых зданий целесообразно использовать при наладке погодных компенсаторов температуры подающей воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стенографический отчет о расширенном заседании президиума Государственного совета по вопросу повышения энергоэффективности российской экономики // Официальный сайт президента РФ Д.А. Медведева. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru>.
2. Разработка ТЭО по теме «Исследование состояния учёта тепла в жилом фонде и на других объектах, мерах по его эффективному использованию» / Н.В. Дилигенский, В.И. Немченко, А.Г. Салов, В.В. Кацубин. Отчет, тема 6-Р/94/С/35-94. Самара: СамГТУ, 1994. – 58 с.
3. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя №954 / Главгосэнергонадзор – М.: Изд-во МЭЦ, 1995. – 68 с.

4. Немченко В.И. Применение приборов автоматического регулирования в системах коммунального теплоснабжения / Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. Вып. 13. – Самара: СамГТУ, 2001. – С. 163-169.
5. СНиП 2.04.07-86* Тепловые сети / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1997. – 48 с.
6. СП41-101-95 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловых пунктов / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996. – 92 с.
7. Желтухин А.А., Немченко В.И. Регулятор температуры сетевой воды в автоматизированном тепловом пункте / 7-я Всероссийс. мужвузов. научн.-практич. конф. «Компьютерные технологии в науке, практике и образовании», 20 ноября 2000: труды // Самара: СамГТУ, 2008. – С. 135-137.

Статья поступила в редакцию 25 марта 2009 г.

UDC 621.311.22.002.56; 621.317

THE SYSTEM ANALYSIS OF REGULATION OF THERMAL LOADING AND INCREASE OF EFFICIENCY HEAT SUPPLY OF MICRO-AREA OF SAMARA

V.I. Nemchenko, A.A. Zheltukhin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The results of the system analysis of a thermal network of area Privoczalnoi by boiler-house are submitted. The major factors allowing to raise(increase) efficiency central heat supply are revealed. The various ways of organization of the account of a thermal energy are considered. Are analysed an opportunity and features of application of block-modular thermal points. The technique of adjustment of a regulator of heating is offered.

Keywords: *efficiency, heat energy, heat system, heat points, calculation heat energy, regulation.*