УДК 697.34 DOI: 10.33979/2073-7416-2019-86-6-106-117

С.В. ЧИЧЕРИН[1]

[1] ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск, Россия

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ КАК ПРИЧИНА ПЕРЕХОДА НА ЛОКАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. *Приведены формулы, являющиеся методологической основой для осуществления качественного регулирования – основного способа центрального регулирования тепловой нагрузки, применяемого на настоящий момент, а также исходные данные для проведения ситуационного исследования. Современный способ организации местного количественного регулирования – это установка насосов с частотно-регулируемым приводом.*

Результаты получены путем анализа порядка эксплуатации тепловых сетей в части наладки и организации режимов, выполненного на базе нескольких теплоснабжающих организаций, и сравнения сложившейся практики с требования нормативно-технической документации. Круглогодично основным источником правового регулирования является постановление Правительства РФ от 06.05.2011 №354 "О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов", определяющее параметры теплоносителя на тепловых пунктах, но не его расходы. Занижение температуры в подающих трубопроводах при условии обеспечения температуры ГВС и отопления второго контура вызывает необходимость увеличения расхода первичного теплоносителя на минимум 10-15%. Еще одной причиной увеличения среднесуточного циркуляционного расхода сетевой воды является увеличение доли автоматики и ее настройка на работу по текущей температуре наружного воздуха. Ситуацию усугубляет разрегулировка систем автоматического регулирования систем теплопотребления.

В течение отопительного периода потребителями возможны нарушения по потреблению тепловой энергии с увеличением расхода теплоносителя и снижением располагаемых напоров; располагаемый напор величиной не менее 15 м нужен для нормальной работы элеваторного узла, чрезмерный напор срабатывается дополнительными дроссельными устройствами (шайбами). Результаты проведенного ситуационного исследования сравниваются с данными других авторов.

Кроме того, была проанализирована часто встречающаяся в практике эксплуатации системы централизованного теплоснабжения крупного города ситуация недостаточности имеющих теплогидравлических режимов, из-за чего для потребителей, располагаемые напоры на тепловых пунктах которых недостаточны, администрацией населенного пункта рассматривается вариант их ухода на локальный теплоисточник. Даже с учетом всех возможных обременений с точки зрения технико-экономических показателей выгодно отличается идея покупки прав на строительство котельной (насосной станции) у сторонней теплоснабжающей организации, строительства насосной станции и вспомогательного хозяйственного объекта, например, гаражного комплекса.

Ключевые слова: *котельная, перерасчет, температура, давление, напор, тепловые сети, потребитель, теплоноситель, тепловая энергия, режим, наладка, управление, контроль, расход, диспетчер.*

S.V. CHICHERIN[1]

[1]Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russia

DISTRICT HEATING (DH) TEMPERATURE AND HYDRAULIC ISSUES AS A REASON FOR TRANSITION TO LOCAL HEATING PLANT

Abstract. *As a necessary boundary condition, certain supply temperatures have to be maintained in order to provide sufficient thermal energy effectively. In order to ensure the quality of the*

thermal service (e.g. domestic hot water (DHW) needing to be supplied at 60°C), a district heating (DH) is usually regulated under two control levels. The first level is named the centralized control; this level functions at the heat sources, which controls the primary supply temperature and then rotation of a pump rotor varies to meet the heating load variations of a building (second level). The coefficient of mixing of the elevator is defined as the ratio between the water flow delivered from a DH network to the building and the DH network flow rate. We outline the overall framework workflow, beginning with identifying the study region, selecting promising locations of sufficient population size to warrant DH/CHP investment, assessing future heat demand, costs of reconstructing a boiler plant or expanding an existing DH network.

We found what commercial software and non-linear equations staff uses (1) to model and analyze various values for controlling the supply temperature, effect of outdoor temperature and (2) to evaluate water flow. The values suggested in the Russian Regulations on the utility services (approved by the Decision No. 354 of the Government of the Russian Federation of 6 May 2011) include the efficiency of regulation, indoor and DHW temperature but not DH network flow rates. The risks that can threaten a DH company when individual homeowners implement heating system improvements increasing flow rates are especially high for a single-family house. About 10..15% of heat power is considered as a loss in the conversion from DH to a space heating (SH) system and is therefore not available at the balance. Another problem is the local control; this level functions at each heating substation, which controls the SH supply temperature and secondary pump speed to satisfy the variable heating load of the heat consumers. This situation is compounded by the faulty adjusting the control valve of at the SH side. A further reduction of the flow rate is therefore difficult without legally profound interventions in the district heating substations. In each hydraulic branch, it may consume some extent of water pressure head which is defined as "excess head"; part of the available head necessarily consumed by local throttle valves is defined as "available head" (at least 15 metres of water).

Because reductions in the supply temperature or pressure lead to uncomfortable conditions for consumers, it is common for Russian DH companies to make recalculations according to the hot water parameters they deliver to a substation. We also show the investment required for residential and commercial oil/natural gas furnaces/boilers and DH equipment for three scenarios. The actual savings realised by a DH company depend on the price structure of the competing companies. The analysis concludes that all either natural gas or oil based local heating equipment should be replaced by DH.

Keywords: *boiler, charging, temperature, pressure, head, distribution, network, consumer, hot water, thermal energy, regime, adjustment, management, control, flow rate, dispatcher.*

Введение

14 июня 2019 года заместитель министра энергетики РФ Юрий Маневич заявил, что программа поддержки нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ), действующая до 2024 года, должна быть продлена до 2035 года [1]. При этом развитие НВИЭ ставит дополнительные специфические задачи и требует комплексного взгляда на совместное функционирование возобновляемой генерации, традиционной теплоэнергетики и сетевой инфраструктуры. Одновременно в условиях высокой степени изношенности последней [2] существует лишь два пути решения уже накопившихся в отрасли проблем: переход на новую модель рынка тепла по принципу «альтернативной котельной» [3] и рост тарифов для населения [4] либо развитие реально существующих локальных источников теплоснабжения, использующих нетрадиционные и возобновляемые энергоресурсы [5]. Сравнение вариантов необходимо выполнять с учетом термодинамических и финансовых показателей, т. к. ТЭЦ конкурируют не только на рынках тепла и электрической энергии, но и борются за право быть включенными в схемы развития теплоснабжения городов и региональные и федеральную схемы развития электроэнергетики [6]. Ю и др. [7] подходят к вопросу наиболее комплексно, рассматривая систему, где совместно с традиционными источниками работают солнечные электростанции и электрические котельные, а потребляются и/или вырабатываются: электрическая, тепловая энергия и природный газ. Другие исследования на этот счет описывают вопросы реконструкции теплоисточников [8], оптимизации теплогидравлических режимов [9] и перераспределения тепловой нагрузки [10]. В работе [11] в качестве основного критерия оптимизации приняты тепловые потери трубопроводами. В работе [12] отмечается, что мероприятия по оптимизации в сфере теплоснабжения не должны выполняться без повышения показателей надежно-

сти. Стоимость услуг по передаче тепловой энергии напрямую зависит от теплогидравлических режимов работы тепловых сетей [13]. Мэнент и др. [14] оценивают влияние накопителей тепловой энергии на гидравлические режимы при внедрении первых в систему централизованного теплоснабжения, где источниками служат предприятия, сжигающие твердые бытовые отходы, и котельные, преобразующие геотермальную энергию для нужд отопления и ГВС. В то же время по имеющимся у автора сведениям ни одна работа не анализирует проблему с точки зрения всегда актуальной для теплоснабжающих организаций задачи обеспечения расчетных режимов, тем более не показывают ее с качественной точки зрения. Ее актуальность в свою очередь связана с тем, что на эффективность работы системы централизованного теплоснабжения влияет режим работы теплосетей и теплоиспользующего оборудования [15]. Исходя из актуальности проблем надежного и бесперебойного обеспечения потребителей услугами отопления и ГВС и развития местных, в том числе нетрадиционных, теплоисточников, в настоящем исследовании поставлены задачи вариантного анализа возможности замещения централизованной формы теплоснабжения автономной и качественного описания организации процесса наладки и поддержания режимов.

Исходя из поставленных задач, настоящая работа организована следующим образом: в разделе Модели и методы приведены формулы, являющиеся основой для осуществления качественного регулирования – основного способа регулирования тепловой нагрузки, применяемого на настоящий момент, а также исходные данные для проведения ситуационного исследования. Раздел Результаты исследования и их анализ начинается с приведения информации, полученной путем анализа порядка эксплуатации тепловых сетей в части наладки и организации режимов, выполненного на базе нескольких теплоснабжающих организаций, а далее содержит результаты проведенного ситуационного исследования и их сравнение с данными других авторов.

Модели и методы

До сих пор значительна доля потребителей, не оснащенных автоматизированными тепловыми пунктами, в этом случае функции подмеса теплоносителя из обратного трубопровода может выполнять водоструйный насос (элеватор), коэффициент смешения которого определяется:

$$u = \frac{\tau_1 - \tau_3}{\tau_3 - \tau_2}. \qquad . \qquad (1)$$

Минимально необходимый располагаемый напор перед элеваторным узлом тогда можно вычислить как:

$$H_{рас} = 1,4h(1+u)^2. \qquad . \qquad (2)$$

Температурный график, как правило, задается следующими уравнениями:

$$\tau_1 = t_{B.P} + \Delta t_{CP.P}\overline{Q}_0^{0,8} + (\delta\tau_P - \frac{\theta_P}{2})\overline{Q}_0; \quad . \qquad (3)$$

$$\tau_2 = t_{B.P} + \Delta t_{CP.P}\overline{Q}_0^{0,8} - \frac{\theta_P}{2}\overline{Q}_0; \quad . \qquad (4)$$

$$\tau_3 = t_{B.P} + \Delta t_{CP.P}\overline{Q}_0^{0,8} + \frac{\theta_P}{2}\overline{Q}_0, . \qquad (5)$$

где $t_{B.P}$ – расчетная температура внутреннего воздуха;

$\Delta t_{CP.P}$ – средняя расчетная разность температур между теплоносителем в системе отопления и внутренним воздухом:

$$\Delta t_{CP.P} = \frac{\tau_{3P} - \tau_{2P}}{2} - t_{B..P}; \quad .$$

$\overline{Q_0}$ – относительная тепловая нагрузка:

$$\overline{Q_0} = \frac{Q_0}{Q_{OP}} = \frac{t_{B.P} - t_H}{t_{B.P} - t_{H.O.P}}, \quad .$$

где Q_0 – текущее теплопотребление;

Q_{OP} – расчетная величина теплопотребления;

t_H – текущее значение температуры наружного воздуха;

$t_{H.O.P}$ – расчетная температура окружающего воздуха.

Расчетная разность температур теплоносителя в системе отопления:

$$\theta_P = \tau_{3P} - \tau_{2P}. \quad .$$

Расчетная разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах:

$$\delta\tau_P = \tau_{1P} - \tau_{2P}. \quad .$$

Если описанный подход к регулированию тепловой нагрузки путем изменения температуры в подающем трубопроводе на выходе с источника теплоснабжения является традиционным, то в работе [9] приведены способы расчета оптимальных параметров системы теплоснабжения от теплоисточника до потребителя и температурного графика регулирования нагрузки с целью оптимального потребления энергоресурсов на теплоисточнике.

Далее приведены исходные данные, необходимые для анализа мероприятий, требуемых для продолжения теплоснабжения потребителей от централизованных сетей или их ухода на локальный теплоисточник.

Предположим, что строительство котельной в г. Омске изначально предполагалось выполнять за счет средств сторонней теплоснабжающей организации. Мэненте и др. [14] свое ситуационное исследования выполняют на базе системы централизованного теплоснабжения, находящейся в г. Феррара, расположенном в итальянском регионе Эмилия-Романья, административном центре одноимённой провинции, т. е. южном регионе с мягким средиземноморским климатом, что не позволяет экстраполировать результаты их исследования на сибирский регион. Также предположим, что земельный участок под строительство проектируемой котельной расположен вблизи строящихся зданий, располагаемые напоры на тепловых сетях от системы централизованного теплоснабжения, находящихся вблизи, недостаточны, а аренда земельного участка может осуществляться у администрации города. Причиной недостаточности напоров чаще всего является недостаточная пропускная способность магистральных и распределительных тепловых сетей и систематическое невыполнение застройщиками своих обязательств по причине дороговизны работ по реконструкции теплотрасс. Например, стоимость перекладки участка магистральных тепловых сетей протяженностью несколько сотен метров с увеличением диаметра подающего трубопровода до 1000 мм может достигать 150 миллионов рублей. Даже при условии возможности аренды важно, чтобы участок располагался вблизи «спального», быстро застраивающегося микрорайона, но сам был расположен в территориальной зоне П-1, П-2 или П-3, предназначенной для производственных целей, согласно правил землепользования и застройки населенного пункта, а рядом имелась инфраструктура для подъезда строительной техники, подачи электрической энергии, топлива (газа) и воды питьевого качества. Предположим, что все описанные выше условия выполняются.

Для существующей теплоснабжающей организации возможное снижение выручки в случае перехода потребителей на теплоснабжение от котельной при строительстве и эксплуатации ее другим собственником составят около оценивается в размере 16-17 миллионов рублей в год, исходя из утвержденных для г. Омска тарифов и размера нагрузки порядка 20 Гкал/ч. В статье [6] представлен методический подход к анализу конкурентоспособности ТЭЦ на рынке электроэнергии и тепла не только с учетом тарифной составляющей, но и разности по топливным затратам источников, работающих в режиме комбинированной выработки.

Для несения такой тепловой мощности в соответствии с п. 12.27 СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89* Актуализированная редакция. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» потребуется земельный участок площадью порядка 15 тысяч м^2 (1,5 га), который может быть обременен гаражами, скоплениями строительного мусора и т. п., а, значит, при достижении соглашения о передаче прав на строительство объекта территорию необходимо будет вначале освободить. По данным открытых интернет-источников для г. Омска стоимость выкупа участка ориентировочно может составлять 2,9 миллиона рублей.

Результаты исследования и их анализ

Анализ порядка эксплуатации тепловых сетей в части наладки и организации режимов, выполненного на базе нескольких теплоснабжающих организаций, показал, что в работе по управлению режимами работы тепловых сетей, как правило, задействованы практически все подразделения теплоснабжающих организаций:

режимная служба (разработка теплогидравлических режимов, организация работы по наладке, локальная наладка, анализ режимов и определение причин несоответствия, разработка корректирующих мероприятий, ведение и актуализация баз данных программно-расчетных комплексов, расчет и анализ технико-экономических обоснований);

аварийно-диспетчерская служба (оперативно-диспетчерское управление режимами работы тепловых сетей, в том числе при плановых переключениях и ликвидации технологических нарушений);

абонентская служба (вопросы определения тепловых нагрузок объектов теплоснабжения, первичный допуск в эксплуатацию систем теплопотребления, контроль за потреблением тепловой энергии в период эксплуатации, расчет дополнительного потребления тепловой энергии при выявленных нарушениях);

тепловые (эксплуатационные) районы (эксплуатация оборудования в соответствии с НТД, исполнение разработанных мероприятий, повторный допуск в эксплуатацию систем теплопотребления, контроль за потреблением тепловой энергии в период эксплуатации);

служба КИПиА (наладка устройств автоматического регулирования и средств измерения, средств безопасности, организация и проведение испытаний тепловых сетей, измерение расходов и температур теплоносителя).

Такая практика организации работы в целом соответствует требованиям п. 3.9 РД 153-34.0-20.507-98, который, к примеру, на диспетчерскую службу допускает возлагать следующие обязанности:

осуществление оперативного управления работой системы централизованного теплоснабжения в целом;

установление тепловых и гидравлических режимов системы централизованного теплоснабжения;

руководство технологическими процессами при ликвидации аварий (технологических нарушений) в тепловых сетях;

участие в составлении графиков ремонтов и испытаний тепловых сетей.

По вопросам регулирования режимов теплоснабжения и наладки еженедельно проводятся совещания, в которых участвуют персонал режимной и абонентских служб, тепловых районов.

Кроме того, в большинстве муниципальных образований с определенной периодичностью проводятся совещания по вопросу прохождения отопительного периода с рассмотрением всех проблемных вопросов по теплоснабжению и горячему водоснабжению населенных пунктов. На данных совещаниях присутствуют представители управляющих компаний жилищного фонда, смежных сетевых организаций (при наличии), властей города, поселка и т. д.

В соответствии с п. 4.12.37 ПТЭ режимы тепловых сетей должны разрабатываться ежегодно для отопительного и летнего периодов с составлением мероприятий по регулированию расхода воды у потребителей.

Разработка режимов на предстоящий отопительный период начинается с анализа режимов работы тепловых сетей и уточнения исходных данных системы теплоснабжения:

смежными отделами передается информация о новых тепловых нагрузках, планируемых к подключению в предстоящем отопительном периоде;

собирается информация о планируемой реконструкции тепловых сетей и перекладках трубопроводов по капитальному ремонту;

уточняются тепловые нагрузки присоединенных потребителей с учетом их корректировки, характеристики трубопроводов, анализируются результаты проведенных испытаний тепловых сетей.

С учетом данной информации, как правило, при помощи программно-расчетных комплексов осуществляется разработка теплогидравлических режимов с составлением перечня наладочных мероприятий и расчетом дроссельных устройств для неавтоматизированных тепловых пунктов.

Основным критерием оптимизационной задачи по распределению тепловых нагрузок является максимальная загрузка наиболее экономичных тепловых источников (как правило, ТЭЦ) при имеющихся технологических ограничениях (располагаемые мощности и характеристика оборудования тепловых источников, пропускная способность тепловых сетей и характеристики оборудования перекачивающих насосных станций, допустимые рабочие параметры систем теплопотребления и т.д.). В отличие от существующего порядка в работе [13] для оптимизации теплогидравлических режимов в качестве критериев предлагается максимальное использование наиболее дешевой энергии в системе и минимальные цены тепловой энергии для потребителей, что достаточно реализовать на практике.

Режимы работы согласовываются с тепловыми источниками и утверждаются и направляются для руководства и планирования режимов работы их оборудования.

После разработки режимов работы тепловых сетей мероприятия по организации режимов по магистральным тепловым сетям и по системам теплопотребления (расчетные диаметры дроссельных устройств) выдаются в тепловые районы для исполнения. До начала отопительного периода мероприятия выполняются персоналом теплового района и по системам теплопотребления жилищными управляющими компаниями и другими собственниками с контролем персонала абонентской службы при приемке в повторную эксплуатацию. Специалистами режимной службы осуществляется контроль за исполнением данных мероприятий, в том числе выборочно по отдельным системам теплопотребления.

После начала отопительного периода проводятся наладочные работы на узлах регулирования, настраиваются регуляторы, проводятся регулировочные работы по системам теплопотребления. Оперативное управление осуществляет аварийно-диспетчерская служба. Во время отопительного сезона контроль за потреблением тепловой энергии потребителями осуществляется техниками-теплотехниками абонентской службы с периодичностью 1 раз в месяц. Однако, в течение межконтрольного периода потребителями возможны нарушения по потреблению тепловой энергии с увеличением расхода теплоносителя и снижением располагаемых напоров. В работе [15] подтверждается наличие такой проблемы и констатируется, что в закрытых системах теплоснабжения, где отсутствуют автоматические регуляторы для систем отопления, неравномерность потребления ГВС приводит к уменьшению подачи сетевой воды на отопление, а, следовательно, и к снижению температуры воздуха внутри помещений. В системах централизованного теплоснабжения, где сохраняются потребители, имеющие неавтоматизированные (элеваторные) тепловые пункты, величиной минимально допустимого напора считается 15 м вод. ст., получаемая по формулам (1) и (2) при подстановке стандартных для отечественных городов расчетных параметров теплоносителя $\tau_1/\tau_3/\tau_2$ = 150/95/70ºС.

Контроль за потреблением тепловой энергии должен также быть многоуровневым и дополнительно включать в себя следующие мероприятия:

- оперативный контроль по тепловым источникам и контрольным точкам, с акцентом на параметры теплоносителя, величину отпуска тепловой энергии и теплоносителя;
- контроль температуры обратной сетевой воды по границам и по ответвлениям для выявления ответвлений с повышенной температурой обратной сетевой воды и необходимости проведения регулировки;
- контроль за потреблением тепловой энергии, сопровождаемый анализом режимов потребления тепловыми пунктами, оснащенными приборами учета, по распечаткам с последних для выявления фактов нарушения потребления тепловой энергии (например, увеличения расхода теплоносителя относительно расчетного или превышения температуры обратной сетевой воды относительно величины, заданной температурным графиком).

Их невыполнение приводит к значительному увеличению среднесуточного циркуляционного расхода сетевой воды, что показывает анализ фактических расходов теплоносителя, выполненный для одного населенного пункта России. Так, фактический среднесуточный часовой циркуляционный расход сетевой воды в течение месяца составил 40252 т/ч, что на 378 т/ч выше аналогичного периода прошлого года, в том числе по котельной №1 ниже на 22 т/ч (0,5%), по ТЭЦ №1 выше на 502 т/ч (4,5%), по ТЭЦ №2 ниже на 44 т/ч (4,3%), по ТЭЦ №3 ниже на 365 т/ч (2,1%), по котельной №2 выше на 307 т/ч (5,0%). Температура наружного воздуха в рассматриваемом месяце составила -6,6ºС (против -9,1ºС для аналогичного периода прошлого года). Температура теплоносителя в среднем составляла 79ºС при графике 84ºС (против 84ºС при графике 90ºС для аналогичного периода прошлого года).

Основные причины отклонений, являющиеся следствием невыполнения описанных выше мероприятий по контролю за потреблением тепловой энергии:

- не полная готовность зданий к отопительному периоду;
- закоррозированность систем отопления;
- значительное количество частных жилых домов, владельцы которых не выполняют предписания специалистов теплоснабжающих организаций и допускают многочисленные нарушения ПТЭ и договорных обязательств;
- занижение температуры в подающих трубопроводах при условии обеспечения температуры ГВС и отопления второго контура вызывает необходимость увеличения расхода первичного теплоносителя. Если предположить, что при графике 150/70ºС падение температуры теплоносителя при наружной температуре -10ºС будет составлять в среднем всего 1ºС на 1 км трассы, то в этом случае у абонента, находящегося в 5 км от источника тепла расход сетевой воды должен быть увеличен против нормы на 13%;
- неисправность обратных клапанов у потребителей открытого ГВС, где происходит отбор теплоносителя с обратного трубопровода;
- завышение диаметров дроссельных устройств (сопел элеваторов), их отсутствие, неправильная установка или полная неисправность;
- увеличение доли автоматики и ее настройка на работу по текущей температуре наружного воздуха;
- разрегулировка систем автоматического регулирования систем теплопотребления;
- практически полное отсутствие ответственности управляющих компаний и жильцов МКД за нарушение режима потребления тепловой энергии.

В статье [11] опускаются эти, основные, по мнению автора, причины, и выдвигается гипотеза влияния тепловых потерь трубопроводами на гидравлический режим тепловых сетей.

ИТП и системы отопления зданий проектируются с учетом параметров теплоносителя, заявленных в условиях на подключение к системе теплоснабжения, например, на распространенный температурный график τ_3/τ_2 = 95/70°С [16] (см. формулы (3)-(5)). Поэтому для кон-

троля параметров существует график регулирования отопительной нагрузки потребителей τ_3/τ_2. В данном графике температура τ_3 не зависит от удаленности абонента от теплового источника и величины снижения температуры τ_1 за счет тепловых потерь.

Расчетные разности температур теплоносителя расчетных параметров теплоносителя 150/95/70°С для решения уравнений (3)-(5) вычисляются следующим образом:

$$\theta_P = 95 - 70 = 25(^\circ C),$$

$$\delta\tau_P = 150 - 70 = 80(^\circ C).$$

Тогда средняя расчетная разность температур между теплоносителем в системе отопления и внутренним воздухом:

$$\Delta t_{CP.P} = \frac{95+70}{2} - 18 = 64,5(^\circ C). \quad .$$

Круглогодично основным источником правового регулирования является постановление Правительства РФ от 06.05.2011 №354 (ред. от 22.05.2019) "О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов" (вместе с "Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов"), определяющее порядок взаимодействия потребителей и теплоснабжающих организаций по вопросам обеспечения теплогидравлических режимов.

В соответствии с п. 64 в случае не предоставления коммунальных услуг или предоставления коммунальных услуг ненадлежащего качества потребитель уведомляет об этом аварийно-диспетчерскую службу ресурсоснабжающей организации или иную службу, ей заявленную. Информация регистрируется в журнале телефонограмм, после чего согласовывается время и дата для проведения обследования теплопотребляющих установок и составления комиссионных актов. В актах фиксируются параметры теплоносителя и причина предоставления услуг ненадлежащего качества.

Например, соответствии с Приложением №1 Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, а также в соответствии с санитарными правилами от 15.11.1988 года №4723-88 температура горячей воды на тепловом узле для открытых систем централизованного теплоснабжения должна быть не менее 60°С и для закрытых не менее 50°С, тогда подача на тепловой пункт теплоносителя с температурой 45°С будет считаться предоставлением услуг ненадлежащего качества. Согласно Постановлению такой акт должен быть составлен в присутствии представителя поставщика коммунальной услуги. Только при соблюдении данного порядка ресурсоснабжающая организация вправе произвести перерасчет по тепловой энергии или ГВС.

Кроме того, согласно договору теплоснабжения в обязанности абонента обычно вменяется получение Акт готовности теплопотребляющих установок к приему тепловой энергии. Со вступлением в силу Федерального закона от 03.04.2018 №59-ФЗ "О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации" в апреле 2018 г. ресурсоснабжающие организации перешли на прямые расчеты непосредственно с жильцами, а, значит, договор теплоснабжения заключается с ними. В этом случае с управляющими компаниями заключается договор ресурсоснабжения в рамках содержания общедомового имущества и уплаты ОДН или аналогичные; такие договоры, как правило, сохраняют за управляющей компанией обязанность получения акта готовности.

Мероприятия по организации гидравлического режима работы тепловых сетей на отопительный сезон, как правило, в числе прочего включают в себя установку байпасных линий на ответвлениях от магистральных тепловых сетей к потребителям, расположенным вблизи крупного теплоисточника. Если на таких ответвлениях большую часть составляют потребители, у которых установлены приборы учета тепловой энергии, то они будут заинтересованы в снижении теплопотребления. В этом случае нет необходимости в установке таких байпасных линий на отопительный сезон при условии надлежащего контроля температуры обратной се-

тевой воды у данных потребителей на предмет соответствия утвержденному температурному графику в пределах, предусмотренных ПТЭ.

Межотопительный период дополнительно характеризуется проведением ремонтных работ и гидравлических испытаний на тепловых сетях, из-за чего зачастую ГВС обеспечивается по открытой тупиковой схеме по одному трубопроводу. При отсутствии циркуляции в тепловых сетях происходит снижение температуры теплоносителя, что особенно заметно в случае распределительных сетей, отличающихся от магистральных меньшим диаметром и меньшим расходом теплоносителя. Больше всего от этого страдают жильцы домов, которые являются конечными потребителями в схеме присоединения к распределительным (квартальным) тепловым сетям, протяженность которых при исчислении от тепловой камеры на магистральной тепловой сети до жилых домов может доходить до 1500 м. При составлении акта обследования в установленном, описанном выше порядке жителям жилых домов также изменяется размер платы за оказание услуги ГВС ненадлежащего качества (делается перерасчет) на основании показаний с общедомовых приборов учета тепловой энергии, предоставляемых в сбытовой отдел теплоснабжающей организации.

После окончания ремонтных работ и гидравлических испытаний на тепловых сетях по возможности выполняются переключения для обеспечения циркуляционного режима в летний период. С началом отопительного сезона схема обеспечения качественного горячего водоснабжения в режиме циркуляции, как правило, повсеместно восстанавливается.

Далее приведены результаты рассмотрения трех вариантов развития системы теплоснабжения в случае покупки прав на строительство котельной (насосной станции) у сторонней теплоснабжающей организации:

1. Ввод в эксплуатацию местной котельной в составе двух установленных (основного и резервного) котлов с целью несения существующей и перспективной нагрузки

Данный вариант крайне дорог – кроме основных капитальных затрат для эффективной эксплуатации котельной необходим ввод дополнительного технологического оборудования, обеспечивающего работу схемы аварийной подачи топлива (например, дизельного) и химводоподготовки, работу автоматики регулирования и защит на котельном оборудовании, общая стоимость которого может подойти вплотную к стоимости основных генерирующих мощностей [12]. Реализация данного варианта позволит разгрузить существующие тепловые сети, пропускная способность которых в данном районе города почти исчерпана. Также снизятся потери тепловой энергии по тепловым сетям на порядка 300 Гкал/год, что в пересчете на среднюю отпускную стоимость тепловой энергии теплоисточниками г. Омска даст экономию порядка 200 тыс.руб/год. Дальнейшее расширение котельной с установкой дополнительно двух газовых котлов (или котлов, сжигающих ТБО, продукты переработки продукции сельского хозяйства, в т. ч. биомассы, или одного котла и теплового насоса) позволит обеспечить всю перспективную застройку в данном районе.

С другой стороны, переход с централизованной формы теплоснабжения на автономную, помимо выгоды, несет в себе потенциальную опасность для источников комбинированной выработки [4]. Кроме этого данный вариант вряд ли будет соответствовать стратегии развития теплового бизнеса существующей теплоснабжающей организации (единой теплоснабжающей организации, ЕТО, при ее наличии) в части задач замещения локальных источников тепловой энергии.

2. Покупка прав на строительство котельной, строительство насосной станции в здании котельной для несения существующей и перспективной нагрузки

Данный вариант может соответствовать стратегии теплового бизнеса и выполнению одной из основных ее целей увеличение доли рынка за счет выполнения задач замещения локальных источников тепловой энергии и увеличения доли за счет новых подключений. Исходя из предполагаемой тепловой нагрузки и типичного деления населенных пунктов по территориальным зонам, предназначенным для жилой или промышленной застройки, для реализации варианта строительства насосной станции вместо котельной потребуются дополнительные

мероприятия. Например, кроме установки насосного оборудования необходимо будет проложить теплотрассу диаметром 300-400 мм протяженностью несколько сотен метров от крайней камеры распределительной тепловой сети до проектируемого коллектора сетевой воды внутри здания котельной – так называемую «перемычку», затраты на строительство которой могут составлять 30-40 млн.руб. в сметных ценах 2019 года. Следует отметить, что проектируемое для котельной насосное оборудование позволит обеспечить лишь существующие тепловые нагрузки. Данный вариант более целесообразен для реализации, т.к. строительство насосной станции вместо котельной обеспечит качественное теплоснабжение подключенных потребителей с возможностью присоединения перспективной тепловой нагрузки.

3. Покупка прав на строительство котельной, использование земельного участка под капитальное строительство неэнергетического объекта

Третий сценарий предполагает выполнить расширение пропускной способности тепломагистрали для подключения перспективной нагрузки к ТЭЦ, для чего произвести реконструкцию магистральных тепловых сетей для обеспечения возможности подключения перспективной тепловой нагрузки. Данный вариант также будет соответствовать стратегии теплового бизнеса.

При этом следует учитывать следующее:

- необходимо решить вопрос с освобождением земельного участка от гаражей строительного мусора и т. п.;
- необходимо решить вопрос о последующем выкупе данного участка (1,5 га) или заключении договора бессрочной аренды;
- возможно строительство офисного здания или вспомогательного хозяйственного объекта, например, гаражного комплекса, под потребности теплоснабжающей организации, однако наиболее прибыльным с точки зрения рынка недвижимости является строительство торгового цента на месте расположения проектируемой котельной.

В работе [12] предложены похожие варианты реконструкции котельной пос. Жилкино (Иркутская область), предполагающие полный или частичный перевод тепловой нагрузки на мазутную котельную ОАО «Мясокомбинат Иркутский», оценена себестоимость отпуска тепловой энергии после реализации одного из вариантов реконструкции системы теплоснабжения.

Выводы

Причина и правомерность установки устройств, задающих теплогидравлический режим, степень влияния режим работы теплосетей и теплоиспользующего оборудования на эффективность работы системы централизованного теплоснабжения, правомерность и соответствие утвержденным тарифам начислений, выставляемых ресурсоснабжающей компанией, и даже порядок перерасчета при снижении качества коммунальных услуг, исследованы и показаны выше по тексту.

Отражены и организационные вопросы: существующий порядок построения температурного графика регулирования, организация работы по управлению режимами работы тепловых сетей, по разработке и наладке режимов (в том числе в летний и переходный периоды), контролю за потреблением тепловой энергии, что уже позволило выполнить причинно-следственный анализ и позволит продолжить исследование возможных путей реформирования системы в будущем.

Кроме того, была проанализирована часто встречающаяся в практике эксплуатации системы централизованного теплоснабжения крупного города ситуация недостаточности имеющих теплогидравлических режимов, из-за чего для потребителей, располагаемые напоры на тепловых пунктах которых недостаточны, администрацией населенного пункта рассматривается вариант их ухода на локальный теплоисточник. Даже с учетом всех возможных обременений с точки зрения технико-экономических показателей выгодно отличается идея покупки

прав на строительство котельной (насосной станции) у сторонней теплоснабжающей организации, строительства насосной станции и вспомогательного хозяйственного объекта, например, гаражного комплекса. Реализация такого варианта позволит монопольно осуществлять теплоснабжение данного района и не допустить потерю существующих и перспективных потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минэнерго поддержит продление программы поддержки возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] / Источник: информационное агентство России ТАСС. URL: https://tass.ru/ekonomika/6549922 (дата обращения: 14.07.2019).
2. Чичерин С. В. Переход на системы теплоснабжения четвёртого поколения отложен в долгий ящик // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2019. № 5. С. 37-40.
3. Безальтернативная котельная [Электронный ресурс] / Информационный сайт журнала «Эксперт-Сибирь». URL: http://expertsib.ru/article/6030 (дата обращения: 14.07.2019).
4. Подкорытов Е.В., Минин А.А., Матрунчик А.С. Экономическая выгода мероприятий для повышения энергоэффективности многоквартирных жилых домов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2018. Т. 9. № 3. С. 88-98.
5. Оценка энергетической эффективности цикла теплового насоса со ступенчатым сжатием / С.К. Абильдинова, Р.А. Мусабеков, А.С. Расмухаметова, С.В. Чичерин // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2019. Т. 62. № 3. С. 293-302.
6. Белобородов С.С., Дудолин А.А. Анализ конкурентоспособности теплоэлектроцентралей на рынке электроэнергии и тепла // Вестник Московского энергетического института. 2018. № 2. С. 21-29.
7. Yu J., Guo L., Ma M., Kamel S., Li W., & Song X. (2018). Risk assessment of integrated electrical, natural gas and district heating systems considering solar thermal CHP plants and electric boilers. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 103, 277–287. doi:10.1016/j.ijepes.2018.06.009
8. Шакиров В.А. Опыт эксплуатации и анализ эффективности использования в котельной паровой турбогенераторной установки с противодавлением // Теплоэнергетика. 2019. № 2. С. 24-31.
9. Соломин И.Н., Даминов А.З., Садыков Р.А. Оптимизация режимов эксплуатации и параметров систем централизованного коммунального теплоснабжения // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 2 (44). С. 184-192.
10. Токарев В.В. Разработка методики секционирования кольцевых тепловых сетей закрытых систем теплоснабжения // Теплоэнергетика. 2018. № 6. С. 84-94.
11. Культяев С.Г. Влияние тепловых потерь на температурно-гидравлическую оптимизацию тепловых сетей // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений. 2018. Т. 1. № 1 (43). С. 69-72.
12. Суходаева С.Е., Айзенберг И.И. Реконструкция локальной системы теплоснабжения на основе анализа технического состояния тепловых сетей и теплоисточников // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 3 (26). С. 130-141.
13. Шалагинова З.И. Разработка методики расчета узловых цен тепловой энергии на базе моделирования теплогидравлических режимов систем теплоснабжения для решения задач управления и оптимизации // Теплоэнергетика. 2018. № 10. С. 96-108.
14. Manente G., Lazzaretto A., Molinari I., & Bronzini F. (2019). Optimization of the hydraulic performance and integration of a heat storage in the geothermal and waste-to-energy district heating system of Ferrara. Journal of Cleaner Production, 230, 869–887. doi:10.1016/j.jclepro.2019.05.146
15. Смирнов В.В., Яворовский Ю.В., Сенников В.В. Устройство для повышения эффективности работы централизованной системы теплоснабжения // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2018. № 5. С. 17-25.
16. Чичерин С.В. Повышение энергоэффективности систем отопления и вентиляции: сравнительный анализ проектной документации // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2019. № 6. С. 40-49.

REFERENCES

1. The Ministry of Energy will support the extension of the renewable energy support program URL: https://tass.ru/ekonomika/6549922 (date of application: 14.07.2019).

2. Chicherin S. V. Transition to the fourth generation heat supply systems put off indefinitely // Plumbing, heating, air conditioning. 2019. № 5. Pp. 37-40.
3. No alternative boiler room URL: http://expertsib.ru/article/6030 (date of application: 14.07.2019).
4. Podkorytov EV, Minin A.A., Matrunchik A.S. The economic benefits of measures to improve the energy efficiency of apartment buildings // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Construction and architecture. 2018. Vol. 9. No. 3. S. 88-98.
5. Abildinova S.K., Musabekov R.A., Rasmukhametova A.S., Chicherin S.V. Evaluation of the Energy Efficiency of the Stage Compression Heat Pump Cycle. Energetika. Proceedings of CIS higher education institutions and power engineering associations. 2019;62(3):293-302. (In Russ.)
6. Beloborodov S.S., Dudolin A.A. Analysis of the competitiveness of combined heat and power in the electricity and heat market // Bulletin of the Moscow Power Engineering Institute. 2018. No. 2. S. 21-29.
7. Yu, J., Guo, L., Ma, M., Kamel, S., Li, W., & Song, X. (2018). Risk assessment of integrated electrical, natural gas and district heating systems considering solar thermal CHP plants and electric boilers. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 103, 277–287. doi:10.1016/j.ijepes.2018.06.009
8. Shakirov V.A. Operating experience and analysis of the efficiency of use in the boiler of a steam turbogenerator plant with back pressure. Thermal Engineering. 2019. № 2. S. 24-31.
9. Solomin I.N., Daminov A.Z., Sadykov R.A. Optimization of operating modes and parameters of centralized municipal heat supply systems // News of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. 2018. No. 2 (44). Pp. 184-192.
10. Tokarev V.V. Development of methods for the sectioning of ring heat networks of closed heating systems // Thermal Engineering. 2018. No. 6. P. 84-94.
11. Kultaev S.G. Influence of heat losses on temperature and hydraulic optimization of heat networks // Improvement of methods for hydraulic calculations of culverts and sewage treatment plants. 2018. T. 1. No. 1 (43). Pp. 69-72.
12. Sukhodaeva S.E., Aizenberg I.I. Reconstruction of the local heat supply system based on the analysis of the technical condition of heating networks and heat sources // News of universities. Investments. Building. The property. 2018. Vol. 8. No. 3 (26). Pp. 130-141.
13. Shalaginova Z.I. Development of methods for calculating the nodal prices of thermal energy on the basis of modeling the thermo-hydraulic modes of heat supply systems for solving control and optimization problems // Thermal Engineering. 2018. № 10. S. 96-108.
14. Manente, G., Lazzaretto, A., Molinari, I., & Bronzini, F. (2019). Optimization of the hydraulic performance and integration of a heat storage in the geothermal and waste-to-energy district heating system of Ferrara. Journal of Cleaner Production, 230, 869–887. doi:10.1016/j.jclepro.2019.05.146
15. Smirnov V.V., Yavorovsky Yu.V., Sennikov V.V. A device for improving the efficiency of the centralized heat supply system // Vestnik of the Ivanovo State Energy University. 2018. No. 5. S. 17-25.
16. Chicherin S. V. Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) project comparison framework: a content-based approach in drawing management // Plumbing, heating, air conditioning. 2019. № 6. Pp. 40-49.

Информация об авторах:

Чичерин Станислав Викторович
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск, Россия,
аспирант кафедры теплоэнергетики.
E-mail: man_csv@hotmail.com

Information about authors:

Chicherin Stanislav V.
Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russia,
phD student of the dep. of thermal engineering.
E-mail: man_csv@hotmail.com