

Методология коррекции существующих графиков регулирования отпуска тепловой энергии

В. К. Аверьянов, советник генерального директора, член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, АО «Газпром промгаз»

А. И. Тютюников, заведующий лабораторией инженерных систем, канд. техн. наук, АО «Газпром промгаз»

К. В. Богданов, инженер I категории отдела разработки схем и программ развития систем энергоснабжения, АО «Газпром промгаз»

А. С. Горшков, заведующий отделом разработки схем и программ развития систем энергоснабжения, д-р техн. наук, АО «Газпром промгаз»

Ключевые слова: здания, параметры микроклимата, теплоснабжение, отопление, вентиляция, тепловая нагрузка, тепловые сети, график регулирования

Введение

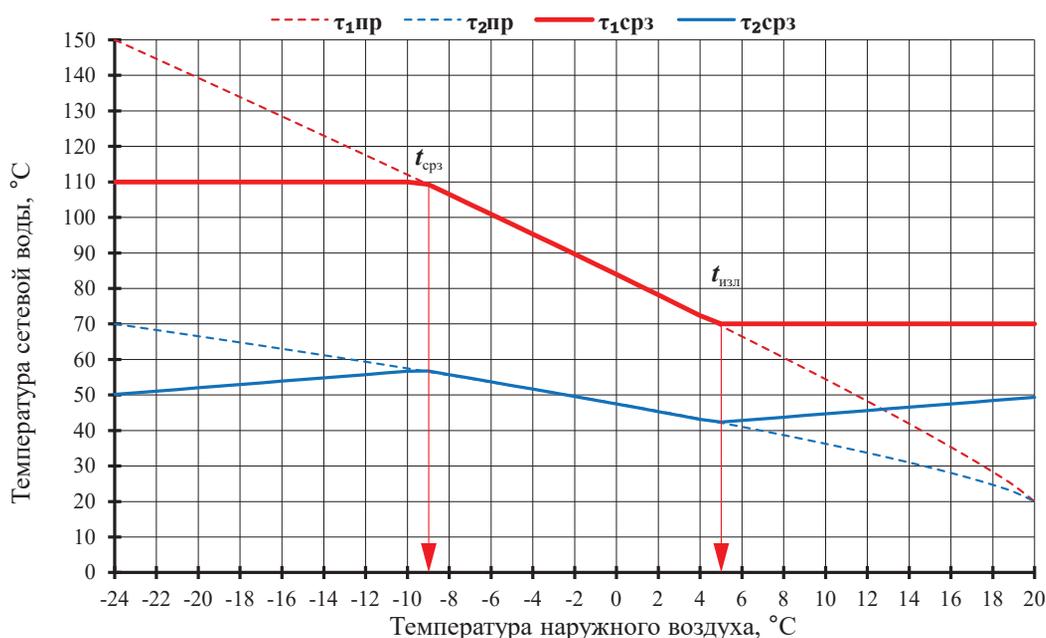
В настоящее время в существующих системах централизованного теплоснабжения с проектными параметрами графиков регулирования 150/70 °С практически повсеместно устанавливаются срезки температурных графиков, а также спрямления (изломы) для обеспечения требуемой температуры в системе горячего водоснабжения. Пример графика регулирования отпуска теплоты со срезкой (на уровне 110 °С) и изломом (на уровне 70 °С) представлен на рис. 1.

В соответствии с требованиями п. 7.11 СНиП 41-02-2003 применение для тепловых сетей графиков регулирования отпуска теплоты со срезкой по температурам не допускалось. Однако в актуализированной редакции этого СНиП (в СП 124.13330.2012)

данное требование отсутствует. В соответствии с п. 7.2 данного СП максимальная расчетная температура сетевой воды на выходе из источника теплоты в тепловых сетях и приемниках теплоты должна устанавливаться на основе технико-экономических расчетов. Но методика подобных расчетов не приведена ни в нормах, ни в Методических указаниях, утвержденных Приказом Минэнерго России от 05.03.2019 № 212.

При наличии срезки и излома температурных графиков изменения температур теплоносителя в подающей и обратной магистралях тепловой сети t_1 и t_2 на рис. 1 показаны сплошной линией.

В Санкт-Петербурге фактические срезки температурных графиков составляют 100–103 °С для теплоисточников ТЭЦ ПАО «ТГК-1» и 110 °С для ТЭЦ и



■ Рис. 1. Температурный график качественного регулирования температуры теплоносителя по отопительной нагрузке

котельных в зоне теплоснабжения ГУП «ТЭК СПб». Из данных, показанных на рис. 1, видно, что регулирование температуры сетевой воды осуществляется в ограниченном диапазоне температур наружного воздуха (для представленного примера – в диапазоне от -9 до $+5$ °C).

Причины появления верхней срезки на температурном графике подробно перечислены в работе [1].

Авторы настоящего исследования считают, что основной причиной верхней срезки температурного графика является значительный износ трубопроводов тепловой сети [2–6]. Дополнительные температурные расширения теплопроводов и повышенные давления в них при более высоких температурах повышают вероятность возникновения аварий в изношенных тепловых сетях.

Излом, или спрямление (в литературе также встречается термин «нижняя срезка») температурного графика обусловлен необходимостью поддержания температуры горячей воды в местах водоразбора системы горячего водоснабжения не ниже плюс 60 °C (см. п. 84 СанПиН 2.1.3684, п. 4.7 СП 30.13330).

Наличие необоснованной срезки температурного графика регулирования может приводить к снижению температуры внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях ниже допустимой (т. н. недотопу), наличие изломов при отсутствии у абонентов регуляторов отопления – к повышению внутренней температуры (т. н. перетопу).

Опыт эксплуатации объектов теплопотребления в периоды установления температур наружного

воздуха ниже температуры срезки показывает, что нарушение параметров микроклимата в отапливаемых помещениях при этом не столь существенно. Это, с одной стороны, обусловлено изменениями климата [7–13]. С другой, опыт разработки и актуализации Схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга [14] и других городов показывает, что расчетные тепловые нагрузки потребителей практически всегда оказываются меньше договорных (проектных). Это создает некоторый резерв тепловой нагрузки у абонентов, который может достигать 30 – 40 % [15, 16].

За пределами точки излома имеет место значительный перетоп помещений с установлением температур внутреннего воздуха выше верхнего предела допустимых температур ($+24$ °C).

Из-за того что расчетные нагрузки у большинства абонентов ниже договорных, перетоп наблюдается и в области регулирования (т. е. от точки срезки до точки излома).

В работах [17, 18] автор предлагает считать расчетную тепловую нагрузку потребителей сниженной в сравнении с проектным значением за счет сокращения воздухообмена в периоды наиболее низких температур наружного воздуха и соответствующего уменьшения затрат тепловой энергии на вентиляцию.

Однако это предложение не может быть принято во внимание при расчетном обосновании срезки ввиду того, что оно не соответствует физиологической потребности человека в свежем воздухе, согласно которой для обеспечения комфортных

условий проживания человеку требуется не менее 30 м³/ч свежего воздуха независимо от температуры приточного воздуха. Сокращение воздухообмена является одной из причин возникновения синдрома «больного здания» [19–21].

Методология коррекции графиков регулирования отпуска теплоты

Методика построения температурных графиков регулирования отпуска теплоты в системах централизованного теплоснабжения, несмотря на актуальность и многочисленные публикации по этой тематике, не пересматривалась десятки лет. Для крупных централизованных систем теплоснабжения в качестве оптимального графика регулирования параметров теплоносителя в тепловой сети приняты параметры 150/70 °С. Перепад температур 80 °С в подающей и обратной магистралях тепловой сети в расчетном режиме эксплуатации позволяет снизить расход сетевой воды и затраты электрической энергии на транспортировку теплоносителя [22]. Однако при фактическом существенном износе тепловых сетей и оборудования на теплоисточниках поддержание принятого температурного графика труднореализуемо за счет прогнозируемого роста аварийных ситуаций при высоких температурах теплоносителя.

Существующие срезки температурного графика, утвержденные, как правило, в диапазоне температур теплоносителя от 100 до 130 °С, часто необоснованны. Учет комплекса факторов, влияющих на тепловой баланс зданий, позволяет предложить для существующих систем теплоснабжения оптимальный график регулирования, сократить при этом нерациональный расход тепловой энергии, уменьшить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и улучшить тем самым экологическую обстановку в населенных пунктах России с преимущественно централизованными системами теплоснабжения, а также снизить аварийность на тепловых сетях.

При утверждении графиков регулирования не учитывается несоответствие расчетных и договорных тепловых нагрузок потребителей, а также не принимается к сведению возрастающая доля бытовых тепловыделений [23–25].

Основными причинами несоответствия расчетных и договорных нагрузок потребителей тепловой энергии являются:

- значительные запасы тепловых нагрузок, которые накапливаются в системах централи-

зованного теплоснабжения на всех этапах ее проектирования;

- сокращение потерь тепловой энергии с инфильтрацией и повышение теплозащиты светопрозрачных ограждений за счет установки жителями многоквартирных домов более эффективных и герметичных стеклопакетов, а также остекления балконов и лоджий;
- уменьшение потребления горячей воды за счет массовой установки квартирных и общедомовых приборов учета горячей воды;
- увеличение внутренних тепловыделений вследствие роста энергообеспеченности квартир бытовой техникой и локальными электрообогревателями различного типа;
- несоответствие проектных и фактических режимов работы тепловой сети и систем отопления.

Бытовые теплопоступления в помещениях складываются из теплопритоков от работающих электроприборов, освещения, трубопроводов, иных источников теплоты, а также от людей, присутствующих в рассматриваемом помещении. Бытовые теплопоступления в рассматриваемом исследовании принимаются независимыми от расчетной разности температур наружного и внутреннего воздуха. В течение отопительного периода в основной зоне регулирования они изменяются крайне незначительно, ввиду чего по абсолютному значению их можно считать практически постоянными. А вот относительная их доля по отношению к расчетной суммарной тепловой нагрузке всего здания по мере уменьшения расчетной разности температур возрастает.

На этих двух началах авторы предлагают оптимизацию параметров существующих температурных графиков регулирования теплоотпуска. Это становится возможным благодаря оснащению потребителей общедомовыми приборами тепловой энергии и внедрению системы автоматизированного сбора информации от них.

В следующей части публикации будут показаны примеры коррекции температурных графиков регулирования отпуска тепловой энергии потребителям.

Литература

1. Борисов К. Е. Влияние качества теплоснабжения на фактические тепловые нагрузки систем отопления и горячего водоснабжения многоквартирных домов. Опыт Кемерово // Энергосбережение. – 2021. – № 7. – С. 58–67.

2. Кирюхин С. Н., Сеннова Е. В., Шиманская А. О. Оценка данных о технологических нарушениях в тепловых сетях // Энергосбережение. – 2018. – № 6. – С. 22–26.
3. Моисеев Е. Ю. Анализ статистики аварийных ситуаций на тепловых сетях г. Дубна // Системный анализ в науке и образовании. – 2015. – № 3(29). – С. 11–20.
4. Горшков А. С., Рымкевич П. П. Износ и повреждение тепловых сетей. Решение проблемы качества и надежности энергоснабжения // Энергосбережение. – 2019. – № 4. – С. 50–55.
5. Горшков А. С., Рымкевич П. П. Износ и повреждение тепловых сетей. Решение проблемы качества и надежности энергоснабжения // Энергосбережение. – 2019. – № 5. – С. 62–72.
6. Gorshkov A., Vasilyev G., et al. Model of damage accumulation in heat networks // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – P. 012032. – DOI: 10.1088/1742-6596/1311/1/012032.
7. Клименко В. В., Клименко А. В. и др. Климатические экстремумы – новый вызов для Российских энергосистем // Теплоэнергетика. – 2021. – № 3. – С. 3–17. – DOI 10.1134/S004036362103005X.
8. Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г. Энергетика и климат на рубеже веков: прогнозы и реальность // Теплоэнергетика. – 2001. – № 10. – С. 61–66.
9. Клименко В. В., Клименко А. В. и др. Изменение параметров отопительного периода на европейской территории России в результате глобального потепления // Изв. РАН. Сер. Энергетика. – 2002. – № 2. – С. 10–27.
10. Хлебникова Е. И., Дацюк Т. А., Салль И. А. Воздействие изменений климата на строительство, наземный транспорт, топливно-энергетический комплекс // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. – 2014. – № 574. – С. 125–178.
11. Gorshkov A. S., Vatin N. I., Rymkevich P. P. Climate change and the thermal island effect in the million-plus city // Construction of Unique Buildings and Structures. – 2020. – No. 4(89). – P. 8902. – DOI 10.18720/CUBS.89.2.
12. Горшков А. С., Ватин Н. И., Рымкевич П. П. Влияние антропогенных факторов на тепловое загрязнение городской среды // Энергосбережение. – 2020. – № 7. – С. 46–51.
13. Мильков Д.А., Юферев Ю.В. и др. Изменение климата и его влияние на инженерно-энергетический комплекс (на примере Санкт-Петербурга) // Теплоэнергетика. – 2023. – № 3. – С. 87–96. – DOI 10.56304/S0040363623030049.
14. Актуализированная Схема теплоснабжения Санкт-Петербурга на 2023 год, утвержденная приказом Минэнерго России от 04.08.2022 № 762 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ingen/shemy-razvitiya-inzhenerno-energeticheskogo-kompleksa.htm> (дата обращения: 04.08.2023).
15. Gorshkov A.S., Yuferev Y.V., Kabanov M.S. Analysis of thermal loads and specific consumption of thermal energy in apartment buildings // Thermal Engineering. – 2021. – Vol. 68. – № 8. – Pp. 654–661. – DOI: 10.1134/S0040601521050050
16. Юферев Ю.В., Артамонова И.В., Горшков А.С. Об анализе тепловых нагрузок потребителей при разработке и актуализации схем теплоснабжения // Новости теплоснабжения. – 2017. – № 8. – С. 32.
17. Петрущенко В. А. Расчет режимов работы централизованных систем теплоснабжения в непроектных условиях // Теплоэнергетика. – 2022. – № 5. – С. 84–94. – DOI: 10.1134/S0040363622050046.
18. Петрущенко В. А. Обоснование пониженного температурного графика регулирования централизованных систем теплоснабжения // Новости теплоснабжения. – 2015. – № 8. – С. 30–37.
19. Табунщиков Ю. А. Экологическая безопасность жилища // АВОК. – 2007. – № 4. – С. 4–7.
20. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Создание безопасной среды обитания человека. Здания больные и здания здоровые // Энергосбережение. – 2021. – № 1. – С. 4–10.
21. Бродач М. М., Шилкин Н. В. От зеленых зданий – к здоровым зданиям: в фокусе внимания здоровье и благополучие людей // Энергосбережение. – 2020. – № 7. – С. 26–35.
22. Gorshkov R. A., Nemova D. V., Frolova I. E. Feasibility study when choosing a temperature schedule for heat load regulation // AlfaBuild. – 2023. – No. 1(26). – P. 2603. – DOI 10.57728/ALF.26.3.
23. Ливчак В. И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплоступлений, с европейскими нормами // АВОК. – 2014. – № 1. – С. 66–70.
24. Ливчак В. И. Уточнение правил перерасчета измененного теплоснабжения на отопление // Энергосбережение. – 2020. – № 4. – С. 44–47.
25. Ливчак В. И. Оптимизация алгоритма подачи теплоты на отопление в зданиях: экономия от 15 до 40 % и более без дополнительных инвестиций // Энергосбережение. – № 2. – 2020. – С. 54–57.