

# **АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ТЕПЛОИСТОЧНИКОВ РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО»**

**И. И. Мацко**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

В настоящее время основными источниками теплоты в городских системах теплоснабжения по-прежнему являются крупные котельные и ТЭЦ, к которым подключены протяженные тепловые сети с большим числом абонентов, имеющих разнородную нагрузку и различные схемы присоединения к тепловой сети. В таких условиях обеспечение надежного и качественного теплоснабжения потребителей возможно только при центральном регулировании тепловой нагрузки.

В отечественных системах теплоснабжения наиболее широкое применение получил качественный способ регулирования тепловой нагрузки. При этом создаются наиболее благоприятные гидравлические условия для всех абонентских установок, что достигается постоянством расхода сетевой воды в системе теплоснабжения. Эта особенность является основным преимуществом качественного регулирования. Внедрению качественного способа, как основного способа центрального регулирования тепловой нагрузки, также способствовали невысокие цены на топливно-энергетические ресурсы, отсутствие острой необходимости энергосбережения в энергетической отрасли и несовершенство или отсутствие приборов автоматического регулирования.

Как правило, при качественном регулировании применяется температурный график 150/70 °С. Этот график регламентирован действующими техническими нормативными документами [1] и принят в качестве расчетного при проектировании большинства отечественных систем теплоснабжения. В ряде случаев на ТЭЦ применяется температурный график 150/70 °С со срезкой при 120, 130, 135 или 140 °С. В соответствии в последней редакцией СНиП «Тепловые сети» [1] применение срезов температурных графиков запрещено. При технико-экономическом обосновании возможно применение графиков без срезки с более низкой температурой сетевой воды в подающей магистрали теплосети, например, с параметрами (95, 105, 130, 140)/70 °С. Для централизованной системы теплоснабжения г. Гомеля утвержден график 130/70 °С [2].

При работе по утвержденному температурному графику отпуска тепловой энергии от теплоисточников РУП «Гомельэнерго» возможны два принципиально различных варианта функционирования систем теплоснабжения.

В первом случае температурный график (расчетная температура воды в подающей тепломагистрали Т1-130 °С, расчетная температура воды после систем отопления Т2-70 °С, расчетная температура после узла смешения систем отопления Т3-95 °С) поддерживается с одновременным увеличением расчетного расхода теплоносителя, исходя из баланса покрытия тепловых нагрузок. Это возможно вследствие значительного спада тепловых нагрузок на источники централизованного теплоснабжения и соответственно тепловой загрузки тепломагистралей от них. Увеличение количества циркулирующей в системе воды приводит к понижению экономичности теплоснабжения вследствие повышения удельного расхода сетевой воды на отпущенную единицу теплоты и возрастания затрат электроэнергии на транспорт теплоты. Это может рассматриваться только как временное явление до восстановления проектных тепловых нагрузок. В этом случае:

1. Коэффициент смешения элеваторных узлов:

$$k_{130/70} = \frac{T1 - T3}{T3 - T2} = \frac{130 - 95}{95 - 70} = 1,4.$$

2. Источниками тепла обеспечивается расчетная нормативная тепловая нагрузка  $Q_o$ .

3. Происходит гидравлическая разрегулировка тепловых сетей из-за увеличения расчетного расхода сетевой воды  $G_c$  на 33 %:

$$\Delta G_c = \frac{G_{130/70}}{G_{150/70}} = \frac{Q_o / (c \cdot \Delta t_{130/70})}{Q_o / (c \cdot \Delta t_{150/70})} = \frac{\Delta t_{150/70}}{\Delta t_{130/70}} = \frac{80}{60} = 1,33,$$

где  $\Delta G_c$  – относительное увеличение расхода сетевой воды на отопление;  $G_{130/70}$  – расчетный расход сетевой воды на отопление при графике 130/70 °С;  $G_{150/70}$  – расчетный расход сетевой воды на отопление при графике 150/70 °С;  $Q_o$  – нормативная расчетная тепловая нагрузка системы отопления, Вт;  $c$  – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг·С);  $\Delta t_{130/70}$  – расчетная разность температур при графике 130/70 °С;  $\Delta t_{150/70}$  – расчетная разность температур при графике 150/70 °С.

4. Гидравлической перенастройки отопительных систем не требуется, так как расход воды в них  $G_o$  не меняется.

Во втором случае температурный график (Т1–130 °С, Т2–70 °С, Т3–95 °С) поддерживается с сохранением расчетного расхода теплоносителя на прежнем уровне (что согласуется с техническими условиям на теплоснабжение филиала РУП «Гомельэнерго» «Гомельские тепловые сети», обязывающими производить гидравлический расчет тепловых сетей, исходя из расходов, соответствующих температурному графику 150/70 °С). В этом случае:

1. Значение коэффициента смешения элеваторных узлов такое же, как и в первом варианте.

2. Гидравлической перенастройки тепловых сетей не требуется, так как расчетный расход воды в них  $G_c$  не меняется ( $G_c = G_{130/70} = G_{150/70}$ ).

3. Источниками тепла не обеспечивается расчетная нормативная тепловая нагрузка  $Q_o$ , так как сокращение расчетных температур не сопровождается пропорциональным увеличением расхода теплоносителя, таким образом функционирование по утвержденному температурному графику в таком режиме констатирует, что нормативная расчетная тепловая нагрузка систем отопления превышает ее фактическое значение на 25 %:

$$\Delta Q = \frac{Q_{130/70}}{Q_{150/70}} = \frac{G_{150/70} \cdot c \cdot \Delta t_{130/70}}{G_{150/70} \cdot c \cdot \Delta t_{150/70}} = \frac{\Delta t_{130/70}}{\Delta t_{150/70}} = \frac{60}{80} = 0,75, \quad (3)$$

где  $\Delta Q$  – относительное сокращение расчетной тепловой нагрузки системы отопления.

4. Происходит гидравлическая разрегулировка отопительных систем из-за уменьшения расхода воды в них  $G_o$  на 33 %:

$$\Delta G_o = \frac{G_{o150/70}}{G_{o130/70}} = \frac{G_{150/70} \cdot (1 + k_{150/70})}{G_{150/70} \cdot (1 + k_{130/70})} = \frac{1 + k_{150/70}}{1 + k_{130/70}} = \frac{1 + 2,2}{1 + 1,4} = 1,33, \quad (4)$$

где  $\Delta G_o$  – относительное изменение расхода воды в системе отопления;  $G_{o150/70}$ ,  $k_{150/70}$  – расход воды в системе отопления и коэффициент смешения элеваторного узла при графике 150/70 °С;  $G_{o130/70}$ ,  $k_{130/70}$  – расход воды в системе отопления и коэффициент смешения элеваторного узла при графике 130/70 °С.

Как видно, каждый из вариантов функционирования по утвержденному оптимальному температурному графику требует гидравлической перенастройки. В одном случае необходима гидравлическая переналадка тепловых сетей, в другом – систем отопления.

Проводимая в последние годы директивная кампания экономии топлива в системах теплоснабжения за счет снижения против проектного графика температуры прямой сетевой воды, к сожалению, не основывается на серьезных технико-экономических проработках и обоснованиях.

К тому же следует иметь ввиду, что снижение против проектной температуры прямой сетевой воды при одновременном увеличении ее расхода изменяет условия теплообмена в теплоиспользующих установках (подогревателях, отопительных приборах) и приводит к повышению температуры обратной сетевой воды, что снижает энергетический эффект при теплоснабжении от ТЭЦ. Нарушения теплового режима зданий и сооружений при недотопе вынуждают отдельных потребителей самовольно повышать расход сетевой воды на отопление, например, увеличивать размер сопел элеваторов при присоединении местных систем по зависимым схемам. Разрегулировка носит цепной характер: увеличение расхода сетевой воды у одного из абонентов снижает располагаемые перепады напора у соседних потребителей, которые также вынуждены прибегать к аналогичным мерам увеличения расхода сетевой воды через свои отопительные установки [3]. Приниматься любой график должен на основе методического подхода, охватывающего все обусловленные этим технические и экономические аспекты.

При фактическом завышении расчетных тепловых нагрузок на отопление возможна работа системы теплоснабжения без гидравлической переналадки тепловых сетей и систем отопления. Однако это не возможно при работе по утвержденному оптимальному температурному графику отопительных систем РУП «Гомельэнерго». При сохранении расхода сетевой воды, соответствующего температурному графику 150/70 °С и переходе на график 130/70 °С необходимо пересмотреть значения температур после узла смешения для сохранения коэффициента смешения на прежнем уровне. Это позволит отказаться от гидравлической перенастройки систем отопления и лишит утвержденный оптимальный температурный график РУП «Гомельэнерго» внутренних противоречий. Исходя из этого, температура теплоносителя после узла смешения определится следующим образом:

1. Коэффициент смешения элеваторных узлов при работе по графику 150/70/95 °С:

$$k_{150/70} = \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2. \quad (5)$$

2. Значение расчетной температуры теплоносителя после узла смешения при снижении расчетной температуры прямой сетевой воды до 130 °С:

$$T_{3_{130/70}} = \frac{T_{1_{130/70}} + k_{150/70} \cdot T_2}{k_{150/70} + 1} = \frac{130 + 2,2 \cdot 70}{2,2 + 1} = 88,8 \text{ °С}. \quad (6)$$

Измененный таким образом температурный график будет согласовываться с выдаваемыми техническими условиями и не потребует гидравлической переналадки системы отопления, в чем есть необходимость при соблюдении ныне утвержденного температурного графика.

Однако выбор расчетной температуры воды в подающей тепломагистрале на уровне 130 °С продиктован в большей мере эксплуатационными характеристиками элементов системы (в частности, предизолированных трубопроводов тепловых сетей), а не является научно-обоснованным. Таким образом, количественная оценка превышения нормативной расчетной отопительной тепловой нагрузки, отраженная в

утвержденном температурном графике и выдаваемых технических условиях (т. е. сохранение прежних расчетных расходов при снижении расчетной температуры воды в подающей тепломагистрали на 20 °С) основывается на эмпирических данных, имеет приближенный характер и нуждается в научном обосновании.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Необходима разработка научно-обоснованного температурного графика отопительных систем, что позволит значительно сократить расход энергетических ресурсов на теплоснабжение.

2. Технические условия на теплоснабжение должны составляться так, чтобы они строго регламентировали обязанности покупателя и- продавца тепловой энергии и стимулировали рациональное ее использование при сохранении сложившегося в тепловых сетях гидравлического режима.

3. При разработке тепло-гидравлических режимов работы систем централизованного теплоснабжения необходимо ориентироваться на необходимость работы тепловых сетей со значительными колебаниями расхода сетевой воды при повышенных температурах наружного воздуха.

#### Литература

1. Тепловые сети: СНиП 2.04.07-86. - Введ. 30.12.86. - Москва : ЦИТИ Госстроя СССР, 1987. - 48 с.
2. Температурный график настройки систем регулирования на отопление от теплоисточников РУП «Гомельэнерго», 2008.
3. Шарапов, В. И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В. И. Шарапов, П. В. Рогов. - Москва : Новости теплоснабжения, 2007. - 164 с.