

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ГРОМАД ТА ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ
ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВОЇ ЕКОЛОГІЇ
ВСЕУКРАЇНСЬКА ЕНЕРГЕТИЧНА АСАМБЛЕЯ

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ

Збірник праць

*Під редакцією
кандидата технічних наук
О. І. Сігала*

КИЇВ
ІВЦ АЛКОН
2022

користанням труби $\varnothing 32 \times 3$ мм та існуючих пальникових пристроїв на дифузійні щільніні подові типу МПИГ-3. При цьому вдалося досягти ККД котлів 94–96% в робочому діапазоні їх навантаження.

Список використаної літератури

1. Сігал І. Я., Лавренцов Є. М., Сміхула А. В., Марасін О. В., Домбровська Е. П. Енергоефективне обладнання для модернізації газових котлів потужності 0,1–30 МВт // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2021. – № 4. – С. 27–35.
2. Роддатис К. Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
3. Лавренцов Є. М., Сігал І. Я., Сміхула А. В., Домбровська Е. П., Кернажицька О. С., Марасін А. В. Досвід розробки, впровадження та модернізації водогрійних котлоагрегатів з двосвітними екранами та щільнініні подовими пальниками // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2019. – № 3. – С. 17–26.
4. Тепловой расчет котлов: Нормативный метод / НПО ЦКТИ. – СП-6, 1998. – 256 с.
5. Про затвердження технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із теплосилових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт / Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 22.10.2008 р. № 541. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1110-08>
6. Современные технологии глубокого охлаждения продуктов сгорания топлива в котельных установках, их проблемы и пути решения / под ред. А. В. Ефимова. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. – 233 с.

УДК 697.34

А. Г. Колиенко

Национальный университет «Полтавская политехника имени Юрия Кондратюка», г. Полтава

К ВОПРОСУ О РЕГУЛИРОВАНИИ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Наиболее распространенным в отечественных системах теплоснабжения является центральное качественное регулирование отпуска теплоты [1]. Но у этого способа есть существенный недостаток – неэффективное регулирование в период так наз. «излома» (или «срезки») темпе-

ратурного графика при совместной подаче теплоты на отопление и горячее водоснабжение. С момента излома регулирование путем изменения температуры теплоносителя становится невозможным. Работа в период излома температурного графика чревата «перетопами» в системах отопления и значительными непроизводительными потерями теплоты [2, 3]. При этом снижение температуры сетевого теплоносителя приводит к уменьшению температуры наружного воздуха, при которой происходит упомянутый излом, к увеличению периода работы системы в режиме перетоков и повышению непроизводительных потерь теплоты (рис. 1).

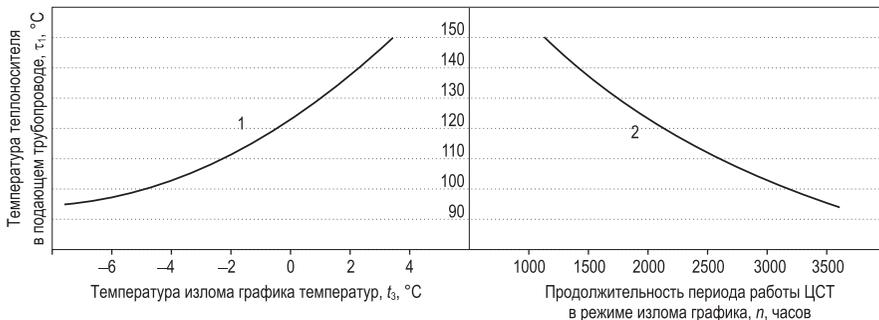


Рис. 1. Изменение параметров точки излома температурного графика для расчетной температуры наружного воздуха $t_e^d = -23$ °С.

Таким образом, годовые непроизводительные потери теплоты в режиме излома температурного графика уменьшаются по мере увеличения расчетной температуры греющей воды в тепловых сетях. При температурном графике 95/70 °С эти потери будут составлять около 18–20%.

Однако использование повышенных температур теплоносителя автоматически означает более высокую температуру уходящих газов и рост этой статьи потерь теплоты в тепловом балансе котлоагрегата. Среднее значение температуры уходящих газов для традиционных (не конденсационных) водогрейных котлов ЦСТ составляет 160–180 °С, а зачастую и выше. При такой температуре потери теплоты с уходящими газами (величина q_2 в тепловом балансе котлоагрегата) могут составлять до 9–11% от теплового потенциала топлива. Это естественным образом снижает эффективность функционирования системы в целом.

Для эффективной утилизации теплоты отходящих газов необходима достаточно низкая температура теплоносителя в обратном трубопроводе тепловых сетей. Например, интенсивная конденсация водяно-

го пара, на поверхности теплообмена обеспечивается при температуре сетевой воды в обратном трубопроводе не выше 45–40 °С. А это возможно лишь в случае перехода на низкотемпературный процесс отпуска теплоты. Радикальным решением с этой точки зрения был бы переход на комбинированное регулирование – качественное до точки излома температурного графика и переход на количественное – после точки излома при одновременном внедрении качественного местного регулирования систем отопления.

При таком регулировании возникает возможность существенно

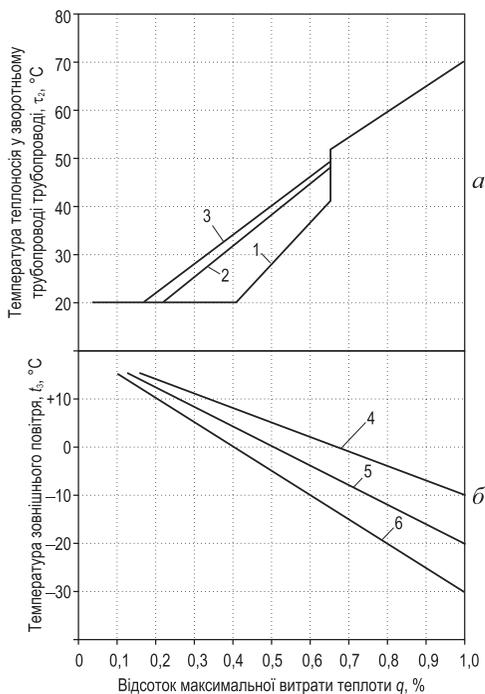


Рис. 2. Зависимость температуры теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети (а) и относительной тепловой нагрузки отопления (б) от температуры наружного воздуха для различных температурных графиков отпуска теплоты: 90/70 °С (1); 115/70 °С (2); 135/70 °С (3); и различной расчетной температуры наружного воздуха: -10 °С (4); -20 °С (5); -30 °С (6).

снизить температуру в обратном трубопроводе тепловых сетей, что имеет ключевое значение для эффективности выработки теплоты и системы ЦТ в целом, особенно при использовании конденсационных утилизационных теплообменников.

В случае использования существующего качественного регулирования температура в обратном трубопроводе не опускается ниже 55–56 °С.

А при переходе на предлагаемый способ комбинированного регулирования необходимая для эффективной работы конденсационных теплообменников и ЦСТ температура теплоносителя в обратном трубопроводе достигается при тепловой нагрузке ниже 65–70% от расчетной (рис. 2). А при снижении нагрузки до 30–40% температура уменьшается до значений 30–35 °С.

Поэтому большую часть отопительного сезона темпе-

ратура воды в обратной магистрали будет ниже точки росы, что гарантирует устойчивую работу конденсационных теплообменников.

Можно назвать и другие преимущества низкотемпературных графиков отпуска теплоты:

- уменьшение потерь теплоты при транспортировке;
- снижение теплового удлинения трубопроводов и, как следствие, упрощение конструкции тепловых сетей и ликвидация аварийно опасных компенсаторов;
- увеличение выработки электрической энергии на источниках с комбинированным производством тепловой и электрической энергии (ТЭЦ) вследствие уменьшения давления на теплофикационных отборах турбин;
- возможность работы ЦСТ с альтернативными и возобновляемыми источниками энергии.

Помимо отмеченных выше преимуществ, количественное и комбинированное регулирование дает возможность получить дополнительную экономию в виде сокращения расходов электроэнергии на прокачку теплоносителя [4]. Реализация предложенного регулирования потребует обязательной установки на сетевых насосах автоматических частотных регуляторов привода, изменения тепломеханической схемы котельных. Нужна будет также оптимизация тепловой мощности котельных агрегатов в соответствии с подключенной тепловой нагрузкой и годовым графиком расхода теплоты. Такая модернизация котельных должна исключить чрезмерное снижение расхода теплоносителя, циркулирующего через котлы. С этой точки зрения, даже в случае водогрейных котлов, желательным является разделение котловых контуров и контура тепловых сетей по известным схемам.

Список использованной литературы

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат, 1982. – С. 93.
2. Богословский В. Н., Сканави А. Н. Отопление. – М.: Стройиздат, 1991. – С. 637.
3. Шарапов В. И., Ротов П. Б. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. – М.: Новости теплоснабжения, 2007. – С. 80.
4. Bhat J., Verma H. Design and development of wired building automation system // *Energi and Buildings*. – 2015. – V. 103. – P. 396–413.