

12. Строй А.Ф. Математична модель нестационарного теплообміну в топці теплогенератора малої потужності з вторинним випромінювачем / А.Ф. Строй, Б.М. Федяй // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – Вип. 20. – С. 166 – 171.

Надійшла до редакції 22.04. 2011

© Б.Н. Федяй

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА В ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧАХ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕК

Рассмотрена возможность одновременного улучшения условий комфорта в рабочей зоне возле термических печей и их теплотехнических показателей за счет использования в конструкции печи вентилируемых воздушных прослоек.

Ключевые слова: термическая печь, вентилируемая воздушная прослойка, теплообмен, топливо, излучение, конвекция.

IMPROVING FUEL EFFICIENCY IN THE THERMAL FURNACES THROUGH THE USE OF VENTILATED LAYERS

The possibility of simultaneous improving of the conditions convenience into the working zone near the thermal furnaces and improving of their heat efficiency by use in the construction of a furnace air layers which are ventilated is considered.

Key words: thermal furnace, the air layers which are ventilated, heat exchange, fuel, radiation, convection.

УДК 697.34

Ф.А. Стоянов, д.т.н.

*Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры*

М.А. Яременко, инженер ООО «Дивайс»

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И АВТОНОМНЫХ КВАРТИРНЫХ ЭЛЕКТРОКОТЛОВ В УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТНОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Разработаны алгоритм, вычислительные комплексы и программы, позволяющие компенсировать «перетопы» в отапливаемых районах и «недотопы», вызванные транспортным запаздыванием теплоносителя, с применением автономных квартирных электродкотлов.

***Ключевые слова:** отапливаемый район, транспортное запаздывание теплоносителя, автономные квартирные электродкотлы.*

Постановка проблемы. В системах теплоснабжения вопросы регулирования подачи тепла потребителям не достаточно изучены. Особенно это касается переходных процессов. По этой причине происходят «недотопы» или «перетопы» зданий. «Перетоп» здания – это повышение температуры внутреннего воздуха и, как следствие, увеличение теплопотерь и перерасход тепловой энергии. «Недотоп» – это некомфортная температура воздуха в помещениях здания. Переходные процессы могут быть вызваны теплоаккумулирующей емкостью здания или транспортным запаздыванием. Более глубокое изучение переходных процессов в условиях транспортного запаздывания может дать некоторую экономию тепла и является достаточно актуальной задачей.

Анализ публикаций и выделение не решенной ранее части проблемы. Изучению переходных процессов при регулировании систем теплоснабжения с учетом транспортного запаздывания посвящены работы [1 – 3]. В тоже время вопросы совместной работы системы централизованного теплоснабжения и автономных источников, установленных в квартирах, в условиях транспортного запаздывания не изучены. Попыткой восполнить этот пробел является данная работа.

Цель работы – изучить процесс совместной работы системы централизованного теплоснабжения и автономных источников тепла, чтобы разработать рекомендации (алгоритм, вычислительные комплексы и программы), которые позволят исключить «недотопы» и «перетопы» зданий.

Изложение основного материала. Ступенчатое изменение нагрузки на котельную ΔQ , МВт, вызванное ступенчатым изменением температуры наружного воздуха $\Delta t_{нв}$, °С, становится причиной возникновения переходного процесса в системе теплоснабжения [1].

Рассмотрим переходный процесс, протекающий при ступенчатом изменении температуры наружного воздуха от более низкой к более высокой, то есть когда степень изменения $\Delta t_{нв} = t_{нв} - t_{нв,0} > 0$, где $t_{нв}$ – более высокая температура наружного воздуха, °С; $t_{нв,0}$ – начальная температура наружного воздуха, °С.

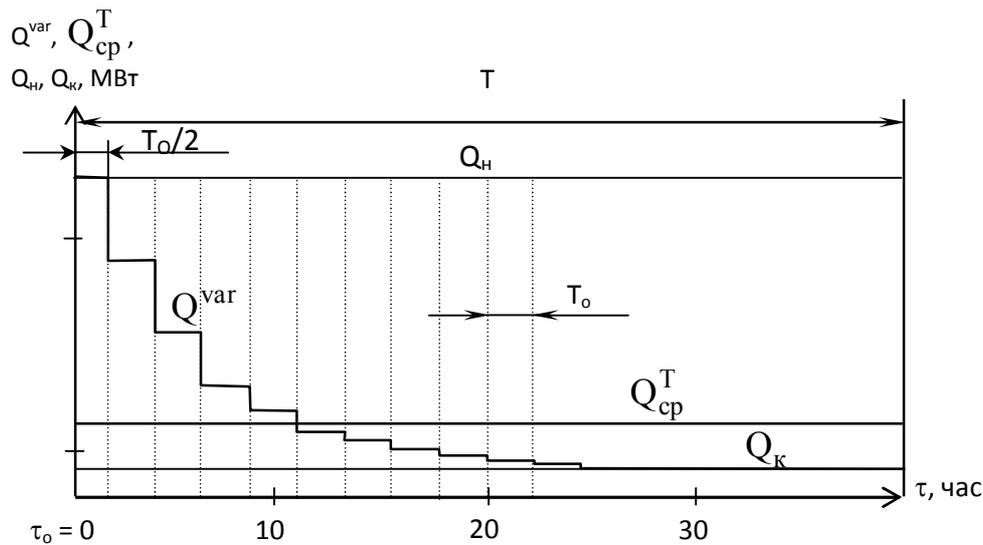


Рисунок 1 – Зависимости Q^{var}, Q_{cp}^T, Q_k MWt, от времени (принципиальная схема ступенчатого изменения тепловой мощности в период регулирования)

В этом случае, т.е. при повышении температуры наружного воздуха, чтобы исключить «перетоп» в помещениях зданий, необходимо уменьшить тепловую нагрузку абонентов, т.е. подачу тепла в отапливаемые районы (ОР). Принципиальный график ступенчатого уменьшения подачи тепла в отапливаемые районы приведен на рисунке 1. Переходный процесс происходит на протяжении промежутка времени T . Тепловую нагрузку уменьшают в конце промежутка времени T_0 (T_0 – время одного оборота теплоносителя в системе). При этом интервал времени от $\tau = 0$ до $\tau = T_0/2$ тепловая нагрузка остается неизменной и соответствует температуре наружного воздуха до понижения, т.е. $t_{нв,о}$. Далее ступенчато снижают тепловую нагрузку. Степень снижения тепловой нагрузки зависит от величины транспортного запаздывания, точнее от времени транспортировки теплоносителя от источника теплоты до потребителя и обратно (т.е. от T_0) и периода регулирования T . Обозначения параметров, представленных на рисунке 1, следующие:

τ – время, ч;

T – период регулирования, ч;

T_0 – время транспортировки теплоносителя от источника теплоты до потребителя и обратно, ч;

Q^{var} – тепловая нагрузка, которая ступенчато изменяется при регулировании подачи тепла, MWt;

Q_{cp}^T – средняя тепловая нагрузка в течение периода регулирования T , т.е. во время переходного процесса,

$$Q_{cp}^T = \frac{\int_{\tau_0}^{\tau_0+T} Q^{var}(\tau) \cdot d\tau}{T}, \text{ MWt};$$

Q_H – необходимая тепловая мощность для теплоснабжения жилого района до повышения температуры наружного воздуха, MWt;

Q_k – необходимая тепловая мощность для теплоснабжения жилого района после повышения температуры наружного воздуха.

Результаты исследований, представленные в работе [4], показали, что в случае, когда $\Delta t_{нв} > 0$, при регулировании по отопительному графику, который построен для стационарного режима и не учитывает переходные процессы, имеет место значительный «перетоп», то есть в систему подводится большее количество теплоты, чем необходимо. Это можно объяснить тем, что при уменьшении нагрузки на котельную температура теплоносителя на выходе из нее в течение ряда циклов оборота

воды в системе (T_o , ч) остается повышенной и соответствующей температуре предшествующего периода, т.е. более низкой температуре наружного воздуха (в результате теплоаккумулирующей емкости источника теплоты нет возможности мгновенно снизить температуру теплоносителя). Величину «перетопа» можно оценить с помощью уравнения

$$\Delta Q = Q_{\text{ср}}^T - Q_{\text{к}}, \text{ МВт}, \quad (1)$$

или

$$\Delta \bar{Q} = \frac{Q_{\text{ср}}^T - Q_{\text{к}}}{Q_{\text{к}}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

Задача поиска минимума ΔQ , $\Delta \bar{Q}$ и разработки реального графика ступенчатого изменения тепловой нагрузки была решена методом нелинейного математического программирования для трех различных отапливаемых районов с нагрузками на каждый район соответственно $Q_{\text{к,д,1}}$, $Q_{\text{к,д,2}}$, $Q_{\text{к,д,3}}$. При этом $Q_{\text{к,д,1}} + Q_{\text{к,д,2}} + Q_{\text{к,д,3}} = Q_{\text{к,д}}$, где $Q_{\text{к,д}}$ – тепловая нагрузка котельной.

Рассмотрим отопительную систему, состоящую из котельной и трех отапливаемых районов, технические характеристики которых приведены ниже.

Расход теплоносителя в первом отапливаемом районе (ОР-1) $G_1 = 540$ кг/с, период переходного процесса $T = 30$ ч, время цикла одного оборота теплоносителя $T_o = 11,9$ ч. Соответственно во втором отапливаемом районе (ОР-2) $G_2 = 510,3$ кг/с, $T = 30$ ч, $T_o = 5,4$ ч. В третьем отапливаемом районе (ОР-3) $G_3 = 562,3$ кг/с, $T = 30$ ч, $T_o = 4,5$ ч.

Задача оптимального управления районной отопительной котельной и группой отапливаемых районов решена для случая, когда $t_{\text{нв,о}} = -20$ С, $\Delta t_{\text{нв}} = 10$ С.

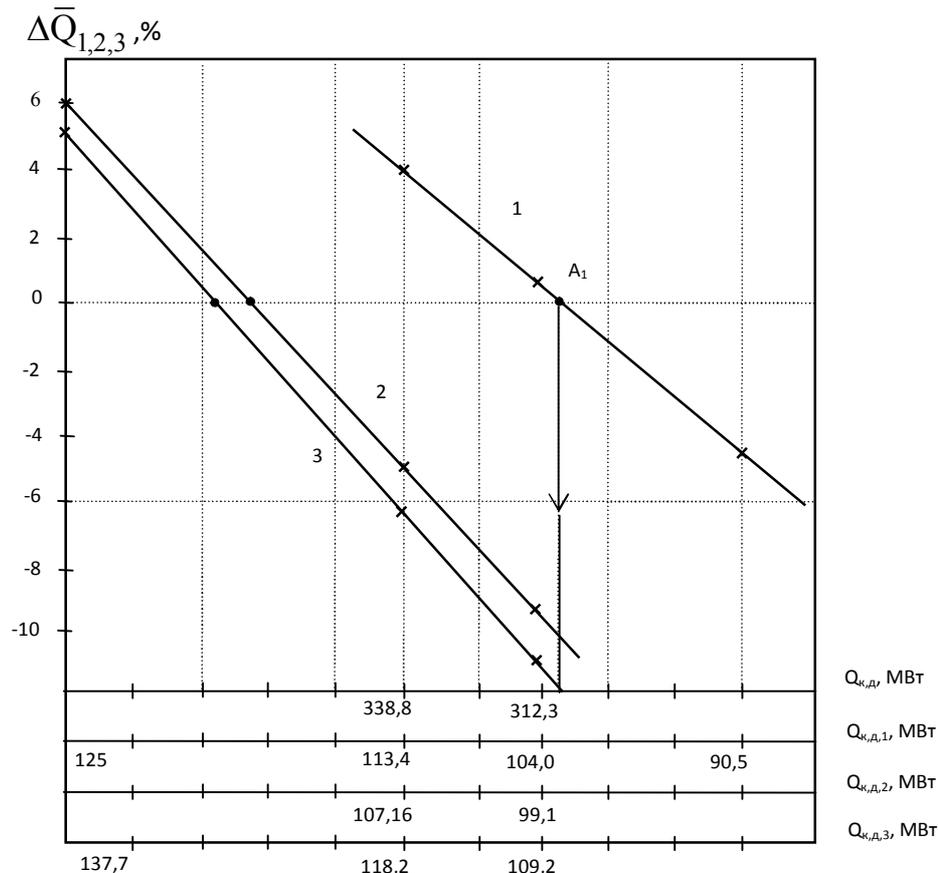


Рисунок 2 – Зависимости $\Delta \bar{Q}_1$, $\Delta \bar{Q}_2$, $\Delta \bar{Q}_3$, процентов от $Q_{\text{к}}$, МВт:

1, 2, 3 – линии, характеризующие «недотоп» или «перетоп» в отапливаемых районах 1, 2, 3 соответственно

Определены нагрузки на каждый отопляемый район и на котельную $Q_{к,д} = Q_{к,д,1} + Q_{к,д,2} + Q_{к,д,3}$, при которых в условиях транспортного запаздывания теплоносителя во всех трех отопляемых районах отсутствует «перетоп», а «недотоп» в отдельных отопляемых районах компенсируется автономными квартирными электродкотлами. Этой ситуации соответствует точка A_1 на рисунке 2, где $Q_{к,д,1} = 104$ МВт; $Q_{к,д,2} = 99,1$ МВт; $Q_{к,д,3} = 109,2$ МВт; $Q_{к,д} = 312,3$ МВт. При этом «недотоп» в отопляемых районах 2 и 3 составляет 12,2 и 14,9 МВт (или 12,3 и 13,6 % от нагрузки на котельную) соответственно и компенсируется за счет автономных квартирных электродкотлов [5].

Вывод. Решена задача оптимального управления системой централизованного теплоснабжения с учетом транспортного запаздывания в случае, когда в квартирах в качестве дополнительных (пиковых) источников тепла установлены электродкотлы.

Литература

1. Андреев С.Ю. Переходные тепловые процессы в системе теплоснабжения при ступенчатом изменении тепловой нагрузки на котельную / Андреев С.Ю., Стоянов Ф.А., Андреев А.Ю. // Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2005. – №20. – С. 17–25.
2. Андреев С.Ю. Анализ влияния режимных характеристик системы теплоснабжения на управление отпуском теплоты при транспортном запаздывании теплоносителя / Андреев С.Ю., Стоянов Ф.А., Андреев А.Ю. // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБіА, ХОТВ АБУ, 2005. – №32. – С. 140–146.
3. Андреев С.Ю. Рациональное управление системой теплоснабжения при ступенчатом изменении нагрузки на котельную / Андреев С.Ю., Стоянов Ф.А., Андреев А.Ю. // Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2005. – №21. – С. 3–9.
4. Андреев С.Ю. Оптимальное управление централизованными системами теплоснабжения с учетом транспортного запаздывания теплоносителя: Учебное пособие для ВУЗов / С.Ю. Андреев, Ф.А. Стоянов, А.Ю. Андреев, Л.П. Шевченко. – Харьков: «Золотые страницы», 2006. – 142с.
5. Яременко М.А. Оптимальное распределение тепловых нагрузок между централизованными источниками теплоты и квартирными электродкотлами / Яременко М.А. // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБіА, ХОТВ АБУ, 2010. – № 61. – С. 268–270.

Надійшла до редакції 07.04. 2011

© Ф.А. Стоянов, М.А. Яременко

ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА АВТОНОМНИХ КВАРТИРНИХ ЕЛЕКТРОКОТЛІВ В УМОВАХ ТРАНСПОРТНОГО ЗАПІЗНЕННЯ ТЕПЛОНОСІЯ

Розроблено алгоритм, обчислювальні комплекси і програми, що дозволяють компенсувати «перетопи» в опалюваних районах і «недотопи», викликані транспортним запізнюванням теплоносія, із застосуванням автономних квартирних електродкотлів.

Ключові слова: опалюваний район, транспортне запізнювання теплоносія, автономні квартирні електродкотли.

RESEARCH OF JOINT WORK CENTRALIZED SOURCE OF HEAT AND LOCAL ELECTRIC HEATING BOILERS IN THE CONDITIONS OF RETARDATION OF HEAT-TRANSFER MEDIUM

An algorithm, program complexes and programs allowing to compensate «overheating» in the heated regions and do «underheating» caused by heat-transfer medium transport retard, using local electric heating boiler units are worked out.

Keywords: heated region, heat-transfer medium transport retard, local electric heating boiler unit.