

УДК 697.434

Дюков В.А.¹, Плачков И.В.²¹ Государственное предприятие по научно-техническим работам по энергосбережению в электроэнергетике "Укрэнергоэффективность"² Акционерная энергоснабжающая компания "Киевэнерго"

ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, КАК ИСТОЧНИК ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ

Розглянуто один із способів підвищення енергетичної ефективності великих систем теплопостачання, що базується на оптимізації їх режимів з використанням теплоакumuлюючої здатності системи. Наведені розрахункова схема та алгоритм розрахунку економічної ефективності.

Рассмотрен один из способов повышения энергетической эффективности крупных систем теплоснабжения, основанный на оптимизации их режимов с использованием теплоаккумуляционной способности системы. Приведена расчетная схема и алгоритм расчета экономической эффективности.

One of methods to increase of energetic efficiency of large district heating systems, based on optimization of their regimes with using abilities these systems to accumulate heat, is considered. The calculation chart and computation algorithm of economic efficiency are represented in this article.

 b – удельный расход топлива; c – стоимость топлива; D – расход пара; i_k – энтальпия пара после ЦНД турбины; $i_{отб}$ – энтальпия пара в теплофикационном отборе турбины; n – длительность реализации режима; N – мощность электрическая; $Q_{ном}$ – номинальная теплопроизводительность СТС в реальном режиме по температурному графику; ΔQ – уменьшение отпуска тепла из отборов; t – температура; $t_{н.в.}$ – температура наружного воздуха; $\Delta t_{доп}$ – допустимые отклонения температуры рабочего тела от температурного графика; $\Delta t_{ном}$ – номинальный перепад температур рабочего тела по температурному графику; η_r – КПД электрогенератора; η_m – КПД механический;

ПВК – пиковый водогрейный котел;

СТС – система теплоснабжения.

Одним из основных критериев оптимальности режимов крупных систем энергоснабжения мегаполисов, в составе которых имеются ТЭЦ, является минимизация расходов топлива. Этим обусловлено стремление максимального увеличения выработки электроэнергии в теплофикационных режимах [1].

Известны многие способы и средства уменьшения удельных расходов топлива на выработку и отпуск 1 Гкал тепловой энергии.

В данной публикации описан один из способов уменьшения времени работы пиковых водогрейных котлов за счет оптимального использования теплоаккумуляционной способности системы теплоснабжения.

Как правило, в отопительный сезон до определенного уровня отрицательной температуры наружного воздуха ($t_{н.в.}$) отпуск тепловой энергии осуществляется от теплофикационных отборов турбин, и только при дальнейшем снижении температуры наружного воздуха включаются в рабо-

ту пиковые водогрейные котлы, что приводит к увеличению расхода топлива на величину Δb (кг у.т./Гкал) [2].

Для климатической зоны большинства регионов Украины такой характерной точкой температурного графика тепловых сетей является $t_{н.в.} = 0 \dots -3 \text{ }^\circ\text{C}$.

При этой температуре ТЭЦ работают на номинальной электрической мощности и с максимальной загрузкой теплофикационных отборов (без включения водогрейных котлов). При дальнейшем снижении температуры вводятся в действие ПВК (в качестве элементов регулирования общей тепловой загрузки ТЭЦ).

Исключением являются часы суточных максимумов электропотребления, когда возникает необходимость кратковременного (1,5...2 часа) отпуска электроэнергии сверх номинальной мощности.

Этот режим возможно реализовать за счет уменьшения отпуска тепла из отборов турбин.

Из энергетических характеристик паровых турбин следует, что для получения дополнительной

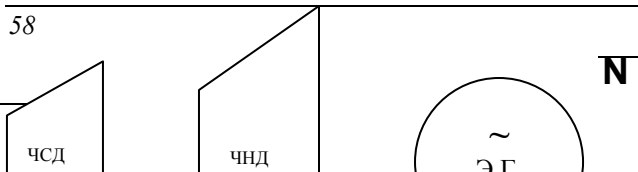
выработки электрической мощности предполагается снижение расхода пара из теплофикационных отборов турбин на определенную величину ΔD (т/час), что соответствует уменьшению отпуска тепла из этих отборов на величину ΔQ (Гкал/час).

Уменьшение отпуска тепла из отборов турбин позволяет увеличить расход пара через ступени, расположенные после камеры теплофикационного отбора. Соответственно увеличивается конденсационная выработка электрической энергии. При сохранении номинального расхода пара через турбину увеличится часть расхода пара ΔD_o , обеспечивающая дополнительную конденсационную электрическую мощность ΔN (МВт).

Недоотпуск тепла из теплофикационного отбора традиционно должен компенсироваться пуском ПВК и выработкой на них такого же количества тепла.

Пуск и кратковременное включение в работу ПВК обуславливает дополнительные затраты топлива. Кроме того, частые пуски и остановки ПВК увеличивают интенсивность их износа и приводят к увеличению объема ремонтных работ.

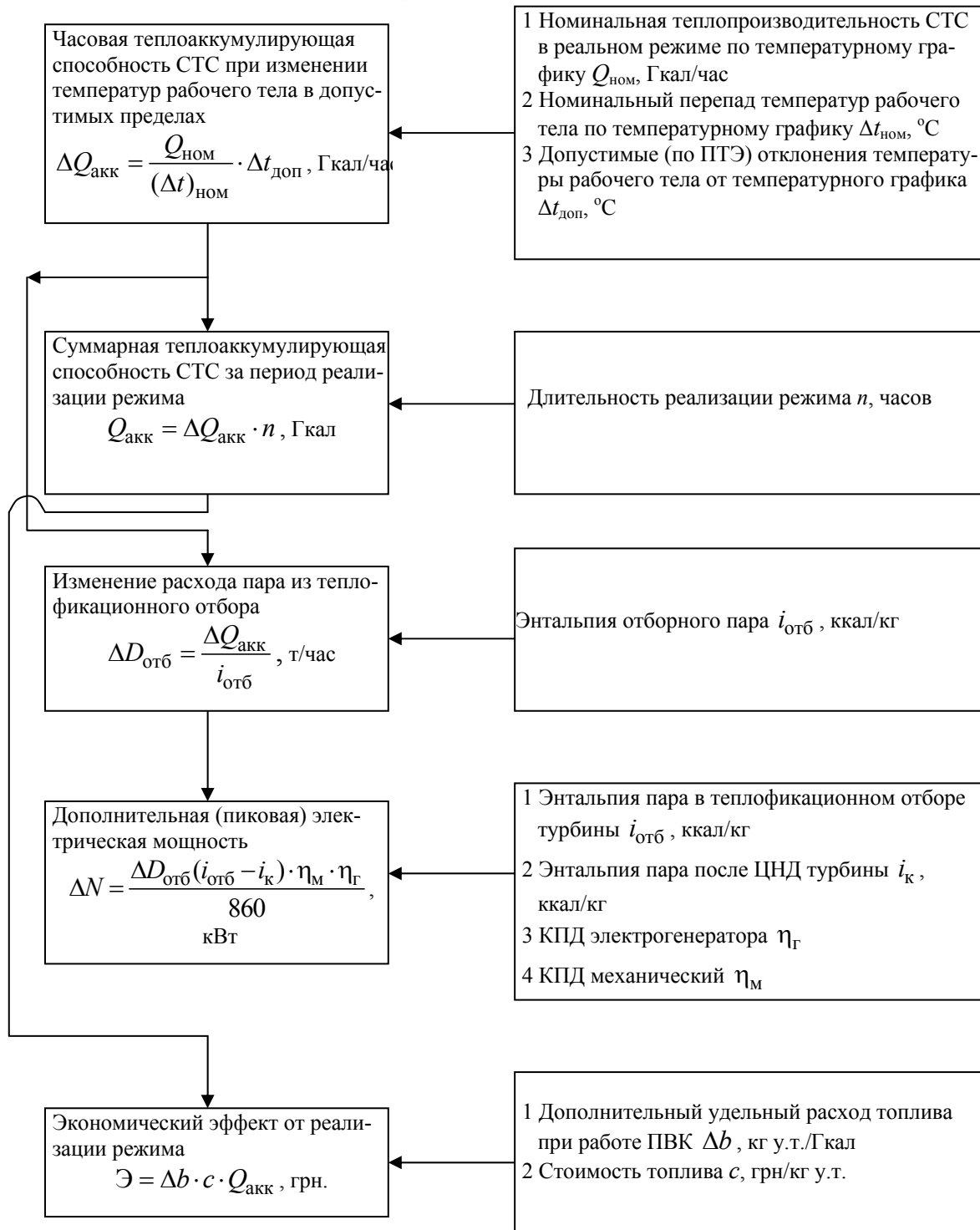
Рис. 1. Расчетная схема. ПК – паровой котел; ПП – пром. перегреватель; ПВК – пиковый водогрейный котел; ЧВД – часть высокого давления; ЧСД – часть среднего давления; ЧНД – часть низкого давления; К – конденсатор; ЭГ – электрогенератор; СТС – система теплоснабжения; ● – точки измерения.



С целью устранения необходимости кратковременного пуска ПВК в период утреннего максимума электрической нагрузки рекомендуется методика использования аккумулирующей спо-

собности систем теплоснабжения для дополнительной выработки пиковой мощности без включения ПВК.

Т а б л и ц а . Алгоритм расчета характерных параметров ТЭЦ, работающей в режиме использования аккумулирующей способности СТС



Суть методики основана на следующих предпосылках:

1) Как правило, в режимах СТС наблюдаются циклические изменения температуры обратной теплосетевой воды при неизменной температуре прямой магистрали (за счет неравномерного водозабора на нужды горячего водоснабжения, особенно в ночное время).

2) Утренний пик температуры обратной сетевой воды (при $t_{н.в.} = -2\text{ }^{\circ}\text{C}$) достигается во временном промежутке между 6 и 7 часам утра.

3) Амплитуда между максимальным и минимальными значениями $t_{обр}$ составляет около $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4) Максимум электрической нагрузки приходится на временной интервал между 8 и 10,5 часами утра, то есть несовпадение пиков $t_{обр}$ и N составляет около 1,5...2,5 часа.

Теплоаккумулирующая способность СТС, доступная для реализации в эксплуатационных режимах, определяется допустимым интервалом изменения температуры прямой теплосетевой воды, который составляет $+5...-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, или $\Delta t_{доп} = 9\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3].

Исходя из изложенных предпосылок, предлагаются следующие режимы прохождения электрического максимума без включения ПВК:

- за 3...3,5 часа до начала максимума электропотребления производится постепенное (около $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 5...6 минут) повышение температуры прямой теплосетевой воды до значения на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше температурного графика;

- выдержка такого режима в течение n часов (как правило $n \approx 2-2,5$ часа). При этом температура воды в обратной магистрали повышается до значения на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем по графику;

- за этот период в СТС аккумулируется количество тепла, равное $Q_{акк}$ (Гкал), при этом максимум температуры воды в обратной магистрали совпадает с пиком электропотребления;

- перед началом пика электропотребления начинается постепенное снижение температуры прямой теплосетевой воды до значения на $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже температурного графика. Это снижение отпуска тепла позволяет обеспечить дополнительную электрическую мощность в течение утреннего максимума на величину ΔN (кВт).

Экономический эффект от реализации предложенных режимов работы СТС обусловлен тем, что эти режимы позволяют избежать дополнительных затрат топлива, вызванных пуском и работой ПВК.

Расчетная схема с указанием точек измерения характерных параметров приведена на рис. 1.

Аналогичные режимы можно рекомендовать к использованию и в других крупных СТС, при условии корректировки параметров с учетом региональных особенностей. Разработанный в Киевэнерго такой режим уже внедрен и используется.

На ТЭЦ Киевэнерго установлены турбины Т-100 и Т-250 (суммарная электрическая мощность 1200 МВт, суммарная тепловая мощность теплофикационных отборов турбин $Q_{отб} = 900$ Гкал/час). Аккумулирующая способность СТС Киевэнерго составляет около 160...170 Гкал, кратковременное (на 2,5...3 часа) снижение отпуска тепла из теплофикационных отборов составляет приблизительно 50 Гкал/час, дополнительная пиковая электрическая мощность – около 20 МВт. Суммарная экономия топлива в течение отопительного сезона достигает порядка 4,5 тыс. т у.т. [4].

Порядок расчета экономического эффекта приведен в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ф. Шински* «Управление процессами по критерию экономии энергии» // М.– «Мир».– 1981.– 387 с.
2. Справочное пособие теплоэнергетика электрических станций // Минск «Беларусь».– 1974.– 368 с.
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. // Под общей редакцией *В.А. Григорьева* и *В.М. Зорина*, Книга 4 // М. Энергоиздат.– 1991.– 586 с.
4. *Плачков І.В.* „Теплоенергетичні засади модернізації систем теплопостачання мегаполісу (на прикладі м. Києва)” // Дисертація канд. техн. наук: 05.14.06.– Київ.– 2004.– с. 213

Получено 26.10.2004 г.