

Затем определяют численное значение большей постоянной времени передаточной функции объекта  $T_k = S_1 - \tau_y$ . В результате математическая модель динамики объекта регулирования описывают передаточной функцией вида:

$$W_{об}(p) = \frac{\kappa_{об} \cdot \exp(-\tau_y p)}{T_k p + 1},$$

где  $p$  – оператор Лапласа;  $\kappa_{об} = S_3 / S_2$ .

Численные значения коэффициентов передаточной функции используют для расчета параметров оптимальной динамической настройки регуляторов в самонастраивающихся и адаптивных САР.

УДК 621.365

### **Возможность работы ТЭЦ при количественно-качественном регулировании отпуска теплоты**

Седнин А.В., Марченко П.Ю.

Белорусский национальный технический университет

С момента своего зарождения, теплофикация является одним из основных способов эффективного использования топливно-энергетических ресурсов республики. С учетом того, что Беларусь энергозависимая страна, важнейшей проблемой энергетической отрасли является снижение себестоимости производимой электрической и тепловой энергии. Одно из возможных решений этой проблемы может быть получено путем более полного использования экономических преимуществ теплофикации.

В последнее время существенно изменились режимы работы оборудования систем централизованного теплоснабжения:

- изменилась структура тепловых нагрузок;
- модернизируется оборудование абонентских вводов;
- внедряются системы автоматики у потребителей и т.д.

Это стало причиной роста неравномерности суточных графиков потребляемой теплоты и усложнило работу оборудования ТЭЦ, особенно в межотопительный период.

Для обеспечения надежной работы основного оборудования ТЭЦ необходимо рассмотреть возможность реализации количе-

ственно-качественного режима отпуска теплоты от источника теплоты (ИТ), которая, в свою очередь, позволит устранить недостатки существующего режима регулирования:

- "перетопы" потребителей;
- большие тепловые потери через изоляцию из-за высокой температуры прямой сетевой воды;
- большой расход электроэнергии на привод насосов сетевой воды.

Рассмотрим данную проблему, применительно к МТЭЦ-4.

Большое количество присоединенных абонентов (проектная нагрузка: теплоснабжение 540 тысяч человек и 188 промышленных предприятий) диктует необходимость обеспечения надежности теплоснабжения. Изменение структуры теплопотребления стало причиной возникновения нерасчетных режимов на МТЭЦ-4. В соответствии с проектными решениями структура нагрузки составляла: 51% – промышленные потребители и 49% – потребители жилищно-коммунального сектора; на момент выхода на проектную тепловую мощность – 45% и 55%. В настоящее время на долю бытовых потребителей приходится порядка 80% отпускаемой теплоты (табл. 1). При этом 40 % от данной нагрузки составляет нагрузка горячего водоснабжения (ГВС), которая имеет резко выраженную неравномерность в течение суток: от 10 % в ночные часы до 100 % в утреннее и вечернее время.

Необходимо также учесть уровень автоматизации абонентских вводов. Согласно данным МТС автоматизация нагрузки ГВС на ЦТП составляет 100%, а нагрузка отопления выйдет к этому уровню до конца года. В данных мероприятиях заложен значительный энергосберегающий потенциал, но ИТ зачастую оказываются неподготовленными для работы в таких режимах.

Реализация количественно-качественного режима работы возможна тремя путями:

- установкой насосов с различными характеристиками;
- изменением числа параллельно работающих насосов;
- изменения числа оборотов насосов.

Реализация первого варианта возможна к применению только в результате реконструкции сетевого оборудования теплофикационной части ТЭС. Последующие два варианта в некоторой степени реализовываются на станциях, но оптимизация экс-

пультационных режимов, для работы в таких условиях не проводилась.

Предпосылками для перехода на более экономичный режим отпуска теплоты являются:

- отказ от независимого подключения абонентов;
- отказ от элеваторных схем смешения с нерегулируемым соплом, как от наиболее ненадежных при переходных гидравлических режимах;
- автоматизация ЦТП по нагрузке ГВС и отопления.

Актуальной на данный момент является выбор режима регулирования нагрузки на источники, так как он определяет изменение располагаемых напоров абонентов и, соответственно, циркуляцию теплоносителя через отопительные установки. Используются 3 варианта регулирования нагрузки:

- поддержание постоянного давления в коллекторе ТИ;
- поддержание располагаемого напора самого удаленного абонента;
- поддержание располагаемого напора среднего абонента.

Энергию, потребляемую сетевыми насосами за сутки, можно определить по формуле:

$$E_n = \int_0^{24} \frac{Gv\Delta p}{\eta_n} dt,$$

где  $\Delta p$  – перепад давлений на группе насосов, Па,  $v$  – удельный объем м<sup>3</sup>/кг,  $G$  – расход сетевой воды, кг/с,  $\eta_n$  – КПД насоса.

Экономия электрической энергии за счет применения алгоритма по "плавающему" перепаду давления на выходе из котельной за период времени  $\tau_1$  можно определить как:

$$\Delta E_n = \Delta p_c \int_0^{\tau_1} \frac{Gv}{\eta_n} dt - \int_0^{\tau_1} \frac{Gv\Delta p_v}{\eta_n} dt,$$

где  $\Delta p_c$  – постоянный перепад давления на группе насосов, Па,  $\Delta p_v$  – переменный перепад давления, Па.

Таким образом, реализация регулирования нагрузки по располагаемому напору на самом удаленном ЦТП позволяет получить дополнительную экономию электроэнергии в размере 3 % (рис. 1).

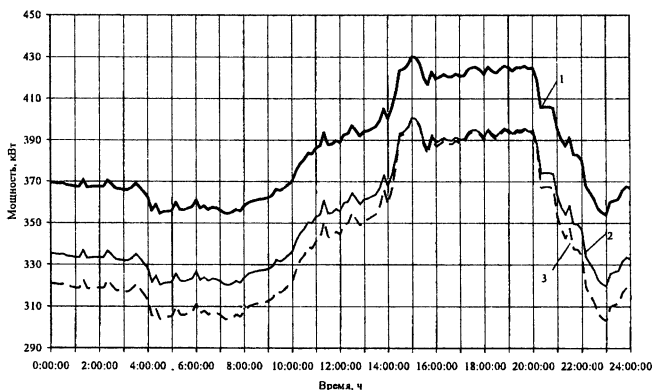


Рис.1. Расход э/э на перекачку теплоносителя при различных режимах регулирования нагрузки

Реализация ККР на объектах энергосистемы позволит упростить использование аккумуляторов теплоты (АТ), применение которых позволит не только выровнять суточный график отпуска теплоты на ТЭС, но и облегчит прохождение пика электрической нагрузки.

УДК 666.94.041

### Энерготехнологический комплекс на базе производства полиэфирных нитей

Романюк В.Н., Бычковский А.В.

Белорусский национальный технический университет

Тенденция независимого децентрализованного энергоснабжения энергоёмких производств, получившее достаточно широкое распространение на западе в результате принятия Киотского договора и других регулятивных документов, способствует развитию комбинированной выработки тепла и электроэнергии, получает своё развитие и в нашей стране. Необходимость в этом назрела уже давно и не только в контексте охраны окружающей среды. Большинство предприятий уже исчерпали все ресурсы снижения себестоимости продукции и, тем самым, улучшения своего экономического положения. Последнее можно осуществлять разными путями: изменением сырьевой базы, введением