

торе и тепловой нагрузки; избытка воздуха в топке, определяемого содержанием кислорода за пароперегревателем; разрежения в верхней части топки. На основе зависимости КПД и суммарных потерь от коэффициента избытка воздуха, определяемых индивидуально для каждого агрегата, были реализованы алгоритмы управления, позволяющие поддерживать оптимальный коэффициент избытка воздуха α , при котором КПД котла $\eta_{\text{пт}} \rightarrow \eta_{\text{пт}}^{\text{макс}}$, а суммарные потери $\Sigma q_i \rightarrow \Sigma q_i^{\text{мин}}$.

Химический состав воды, циркулирующей в барабанных котлах оказывает существенное влияние на качество и эффективность функционирования котлов. Поддержание общего солевого содержания котловой воды в пределах нормы осуществляется с помощью непрерывной и периодической продувок из барабана в специальные расширители. При этом имеют место потери теплоты и воды, которые приводят к уменьшению КПД котлов до двух процентов. Использование новых технологий, позволяющих осуществлять продувку котла путем оценки химического состава воды и выработки управляющих воздействий системой управления в зависимости от конкретных ситуаций, с использованием аппарата нечеткой логики, приводит к компенсации потерь тепла и увеличению КПД котлов до одного процента.

Установка распределенной системы управления позволила: обеспечить непрерывное, высокоточное управление качеством сгорания топлива; контролировать режим работы всех необходимых узлов котлоагрегатов, по прямым и косвенным параметрам определять их техническое состояние; создавать оптимальный эксплуатационный режим; рационально распределять общую тепловую нагрузку между котлами, в зависимости от их эксплуатационных нагрузочных характеристик; повысить безопасность и безаварийность работы; снять необходимость в аналоговых и дискретных регистраторах; в результате повысить КПД котельной в целом, снизить потребление топлива и электроэнергии, снизить выбросы NO_x и CO .

За счет поддержания оптимальных параметров процессов горения, солевого содержания котловой воды, разрежения в топке котла, а также путем поддержания максимально возможного КПД котла как в установившихся, так и в переходных режимах, было обеспечено сокращение расхода топлива.

В процессе эксплуатации автоматизированных паровых котлов ГМ-50 был накоплен статистический материал, позволяющий получить сравнительные характеристики технико-экономической эффективности внедрения новых методов и средств управления, по сравнению с работой неавтоматизированных котлоагрегатов. Снижение удельной нормы расхода топлива на выработку Гкал у автоматизированных котлоагрегатов составило 5,2 %. Экономия электроэнергии после установки частотных векторных преобразователей вентиляторов составила 36 %, для дымососов – 47%.

Мероприятия по энергосбережению и управлению в системе транспортировки и распределения тепла

Прохоренков А.М., Сабуров И.В., Глухих В.Г.
Мурманский государственный технический университет

Системы централизованного теплоснабжения имеют двухлинейную сеть трубопроводов и являются системами с замкнутой циркуляцией. Свойство саморегулирования у потребителей, как правило, отсутствует, распределение теплоносителя производится предварительной установкой специально рассчитанных (на один из режимов) постоянных гидравлических сопротивлений. В этой связи, случайный характер отбора тепловой энергии потребителями пара и горячей воды приводит к сложным в динамическом отношении переходным процессам во всех элементах ТЭС. Поэтому одной из актуальных проблем на сегодняшний день является задача управления потоками тепловой энергии с учетом гидравлических характеристик как самих тепловых сетей, так и потребителей энергии.

Специфическая особенность города Мурманска состоит в том, что он расположен на холмистой местности. Минимальная высотная отметка 10 м, максимальная – 150 м. В связи с этим, теплосети имеют тяжелый пьезометрический график. Из-за повышенного давления воды на начальных участках увеличивается аварийность (разрывы труб).

Расчетные потери тепла при транспортировке в тепловых сетях Мурманска составляют 4-7 %. Удельный расход тепловой энергии всех зданий, подключенных к системе централизованного теплоснабжения, составляет 110-130 кВт/м³ в год. По оценкам экспертов это примерно в 1,5–1,7 раза больше, чем у аналогичных по назначению и конструкциям зданий в Финляндии.

Потери воды (утечки) в трех тепловых сетях закрытого типа в Мурманске примерно в шесть раз выше по сравнению с обычной тепловой сетью в Финляндии и 1,5 раз выше принятых в России нормативов.

Тепло-, гидро-, электро-изоляция теплопроводов – один из главных вопросов надёжной и энергоэффективной работы. Самой современной считается технология предварительной теплоизоляции в заводских условиях всех элементов теплотрасс пенополиуретаном с гидрозащитным полиэтиленовым покрытием.

В этой связи, ГОУТП "ТЭКОС" разработано технико-экономическое обоснование создания производства теплоизолированных пенополиуретаном стальных труб. Реализация этого проекта намечена в текущем 2004 году.

Предлагаемые для использования в реконструкции трубы имеют в одном из исполнений заложённый контрольный кабель, который можно использовать для передачи информации о состоянии сетей.

Теплопотери на 1 км существующей тепловой сети в год составляют 780 Гкал. Применение труб с пенополиуретановой теплоизоляцией позволяет со-

кратить эти затраты в три раза. Теплотери на 1 погонный метр существующей сети 0.00009 Гкал/час, а с пенополиуретановой изоляцией 0.000027 Гкал/час.

Переход от традиционной канальной прокладки трубопроводов тепловых сетей и горячего водоснабжения на бесканальную с применением труб в пенополиуретановой изоляции с полиэтиленовым покрытием дает следующие преимущества:

- отказ от использования железобетона и отсутствие необходимости заглублять эти коммуникации на глубину 2 метра и более;
- сокращение длины прокладываемых тепловых сетей в связи с отсутствием необходимости использовать П-образные компенсаторы для компенсации температуры и использование изогнутых труб для оптимизации формы теплотрассы;
- увеличение срока службы трубопроводов теплосети с 15-20 лет до 30-50 лет;
- резкое уменьшение тепловых потерь в трубопроводах в результате усиленной пенополиуретановой изоляции;
- использование системы контроля за состоянием трубопроводов (снижение эксплуатационных затрат).

В области эксплуатации трубопроводов тепловых сетей имеется потенциал энергосбережения и снижения эксплуатационных затрат: организация системы контроля утечек воды позволит снизить потери тепла и коррозию труб, возникающие при мокрой теплоизоляции; объединение тепловых сетей районов города в единую систему.

Для оперативного контроля и управления узлами тепловой сети создана комплексная система удаленного сбора информации и управления оборудованием. Эта система решает следующие задачи:

- сбор информации от групповых и индивидуальных теплоцентров, насосных и бойлерных по давлению, температуре и расходу теплоносителя, утечек тепловой сети, положению задвижек, состоянию насосов, наличию аварийных сигналов локальной автоматики;
- контроль собранных параметров на выходе за границы участков;
- локальное управление оборудованием на объектах;
- изменение установок локальных регуляторов на объектах;
- обработка и архивация собранной информации;
- регистрация аварийных ситуаций с выдачей сигнала "тревоги" оперативному персоналу;
- обеспечение доступа к собранной информации по локальной сети предприятия;
- выполнение дистанционного управления задвижками по инициативе оператора с целью отсечки поврежденных участков тепловой сети.

Объектом управления системы централизованного контроля является комплекс телемеханики.

В состав комплекса системы централизованного контроля теплоснабжения города включена разработанная математическая модель гидравлического расчета сложных разветвленных цепей, кото-

рая позволяет рассчитывать режимы работы тепловой сети и осуществлять ее балансировку (наладку).

Оптимизация режима ЭЭС для целей энергосбережения

Чемборисова Н.Ш., Баженов А.Ю., Земляк А.В.
Амурский государственный университет

Управление режимами электроэнергетических систем (ЭЭС) включает решение задач оптимизации режимов, в которых используются принцип декомпозиции и иерархический принцип. В Амурской энергосистеме, например, одной из подзадач управления является оптимизация режимов каскадов гидроэлектростанций по критерию максимума выработки энергии на гидроэлектростанции.

В качестве цели оптимизации принят максимум суммарной выработки энергии гидроэлектростанциями:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{ГЭСij}(x) * k_{цимij} * \Delta t_i \rightarrow \max,$$

где $x = \{x_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}\}$ - вектор неза-

висимых переменных; Δt_i - длительность i-го расчетного интервала, ч; $k_{цимij}$ - коэффициент суточного регулирования j-й ГЭС в i-м интервале.

При расчёте оптимального режима должны соблюдаться следующие ограничения: по объёмам (уровням) каждого водохранилища; по расходам воды в нижний бьеф каждой ГЭС; по расходам воды из каждого водохранилища; по суммарной мощности всех ГЭС в каждом интервале; по суммарной пиковой мощности всех ГЭС в каждом интервале.

Еще одним способом оптимизации является оптимизация режимов энергосистем по критерию минимума расхода топлива с использованием интегральных кривых нагрузок. Расчёт ведётся по мгновенным характеристикам ГЭС и ТЭС, и при этом учитывается внутриинтервальная неравномерность нагрузок энергосистемы и режимных параметров ГЭС и ТЭС.

Нагрузка энергосистемы в каждом интервале Δt_i представлена интегральной кривой продолжительности часовых нагрузок, аппроксимированной несколькими отрезками прямых.

Для расчёта кроме информации по ГЭС должны быть заданы: эквивалентная схема электрической сети; характеристики относительных приростов ТЭС $b = f(P)$; матрицы сетевых коэффициентов для расчёта относительных приростов потерь энергии в сети и перетоков мощности по контролируемым ВЛ; прогнозируемые нагрузки электропотребления; предельные значения параметров, отвечающие заданной системе ограничений.

На примере Амурской энергосистемы можно рассмотреть влияние внешних перетоков на режим работы системы. Предварительный анализ можно