

деления температур по выходному сечению камеры сгорания, близкую к необходимому – 12,4 %, низкие выбросы NO_x – 23 млн⁻¹, приемлемую радиальную неравномерность температур – максимумы температур в прикорневой зоне и в верхней части лопаток первой ступени газовой турбины не наблюдаются.

В случае универсальной ПГУ с горячей сухой газоочисткой, при которой с топливом в камеру сгорания поступает аммиак, для подавления образования топливных оксидов азота необходимо применение двухступенчатой схемы сжигания.

Предложенное решение в сочетании с известными методами создаст реальную основу энергетического использования бедных газов различной природы с отказом от специальных устройств стабилизации пламени (форкамер), кинетических схем горения и с обеспечением экологичности сжигания. Перераспределение тепловой нагрузки с синтез-газа на дополнительно подогреваемый воздух явится эффективным способом снижения ограничений по количеству воздуха на охлаждение жаровой трубы и разбавление продуктов сгорания. По оценкам, выполненным в рамках НИР, воздуха будет достаточно для охлаждения газов перед ГТ до температуры 1700 °С.

УДК 697.34

Михайлов Н. Г., Грицук С. А.
Уральский федеральный университет,
mikhnl@inbox1.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Проведение энергетических обследований систем теплоснабжения должно быть обязательной частью работ в области энергосбережения. Обследованиям подлежат источники тепла и воды, трубопроводные сети, потребители (жилые здания и сооружения). При проведении энергоаудита систем теплоснабжения города, района выясняются:

- структура построения системы, организационная структура, тип системы (открытая, закрытая);
- источники тепла (марки и количество котлов, их состояние, балансовая принадлежность источников, температурный график и график расхода теплоносителя, режимы эксплуатации, способ регулирования системы отопления в зависимости от температуры окружающей среды, способ и характеристики водоподготовки);
- общая тепловая нагрузка на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, климатические характеристики и расчетная температура;
- тепловые сети (схемы теплотрасс, обеспеченность требуемых напоров у потребителя, состояние трубопроводов и их теплоизоляционных и антикоррозионных покрытий, наличие гидроизоляции, потери теплоносителя, аварий-

ность на 1 км тепловых сетей, сравнение нормативных и фактических теплопотерь);

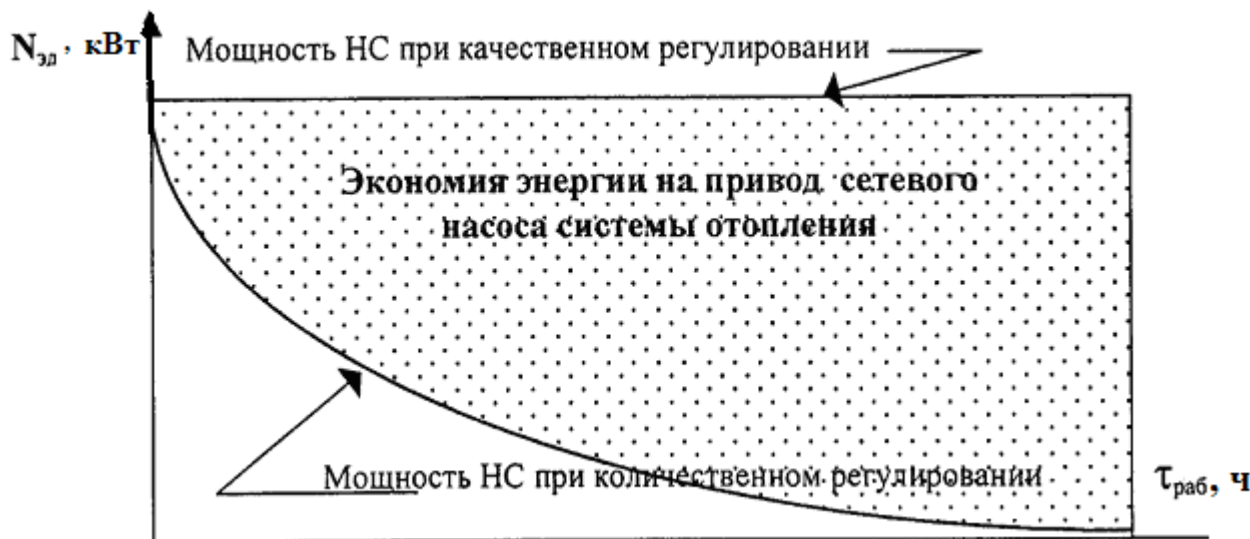
- схема теплоснабжения с указанием распределения потоков энергоресурсов, районов с дефицитом обеспеченности энергоресурсами;
- размещение, состояние и характеристики тепловых пунктов и насосных станций (типы водоподогревателей, наличие и характеристики отложений в них, оснащённость тепловых пунктов средствами борьбы с отложениями, оснащённость контрольно-измерительными приборами, средствами учета расхода энергоресурсов, наличие автоматических систем регулирования);
- распределение тепла по группам потребителей (население, бюджетная сфера, промышленность, сфера обслуживания);
- состояние диспетчеризации и автоматизации систем сбора информации;
- общие характеристики теплопотребления жилищного фонда и общественных зданий, расчетные и фактические нагрузки, обеспеченность энергоресурсами;
- характеристики и состояние внутридомовых инженерных сетей, оснащённости их средствами автоматического регулирования и учета потребления энергоресурсов, тип и состояние отопительных приборов, наличие отложений, качество обслуживания потребителей, качество работы систем, состояние диспетчеризации, организационная структура управления, соотношение нормативного и фактического потребления.

Тепловая энергия, получаемая коммунальными службами с различными энергоносителями (газ, топливо, водяной пар, горячая вода и др.), используется для обеспечения потребностей на отопление и вентиляцию; горячее водоснабжение; собственные нужды. Наиболее распространенными теплоносителями являются водяной пар и горячая вода с температурой до 150 °С, производимые в котельной и по трубопроводам направляемые к потребителям.

Регулирование отопления в основном осуществляется по температуре при постоянном расходе теплоносителя. Во многих случаях расход воды в системе отопления регулируется дважды в год в начале и конце отопительного периода. Расход воды по сети летом составляет около 80 % от зимнего расхода. Обычно температура воды в прямой линии колеблется от 70 до 150 °С, в обратной линии в основном находится в пределах 42–70 °С.

Системы отопления, работающие при постоянном расходе и регулировании температурой теплоносителя (качественное регулирование), имеют недостатки по сравнению с системой регулирования подачей воды (количественное регулирование). Система инерционна, изменение температуры в системе затягивается на несколько часов. Система имеет большое значение постоянной времени переходных процессов, плохо отслеживает потребности в тепле на отопление при резких колебаниях наружной температуры воздуха, которое иногда бывает более десяти градусов за сутки. Температура иногда регулируется только несколько раз в сутки. Особенно большая проблема в обеспечении экономичных режимов больших городов, тепловые сети которых характеризуются большой протяженностью и инерционностью.

При регулировании системы теплоснабжения подачей количества сетевой воды, нагретой до заданной постоянной температуры, мощность насосного агрегата пропорциональна расходу горячей воды в системе в третьей степени (для турбулентного режима) и график зависимости мощности насоса во времени отопительного сезона напоминает отопительный график. Площадь под графиком $Q-H$ равна энергии, затраченной на прокачку теплоносителя, которая меньше, чем в первом случае (рисунок).



Экономия энергии циркуляционного насоса при переходе на количественное регулирование системы теплоснабжения

При создании и реконструкции систем отопления нужно шире внедрять количественные методы регулирования систем. Переход к системе отопления с регулированием по расходу воды в системе позволяет достичь 60 % экономии электроэнергии на привод циркуляционных сетевых насосов. Кроме того, замена элеваторных узлов экономичными маломощными циркуляционными насосами с системой автоматического регулирования отопления дополнительно экономит энергию циркуляционных насосов.

При обследовании теплотрасс проверяются следующие возможные причины потери энергии:

- наличие плохого качества тепловой изоляции (устанавливается по фактическим тепловым потерям на основе расхода воды и падения температуры);
- наличие утечек воды в теплотрассе (определяются по расходу подпиточной воды либо по балансу расхода воды в прямой и обратной трубах). Для выявления мест утечек в подземных теплотрассах используются акустические течеискатели, в том числе корреляционные течеискатели, указывающие расположение мест утечек между двумя датчиками, размещаемыми на исследуемом участке;
- подтопление теплотрасс с плохой гидроизоляцией. Особенно велики нерасчетные тепловые потери в тепловых сетях с подземной прокладкой трубо-

проводов и высоким уровнем грунтовых вод при затоплении их дождевыми или паводковыми водами. При таком нарушении тепловой изоляции труб теплопотери в тепловых сетях достигают 50 % и более. Потери тепла устраняются либо надземной прокладкой теплотрасс, либо применением предварительно изолированных труб, например, с изоляцией из пенополиуретана. Наличие датчиков нарушения гидроизоляции предварительно изолированных труб позволяет своевременно определять их повреждения.

Определение потерь тепла в теплотрассах проводится по результатам приборного обследования и выполненных тепловых расчетов. Для оценки состояния теплотрасс необходимо сравнить потери в них теплоты с теми значениями, которые допускались при проектировании в соответствии с требованиями СНиП. Эти данные можно использовать для оценки эффективности рекомендаций по улучшению теплоизоляции труб систем теплоснабжения.

УДК 697.1

Михалап М. А., Толстова Ю. И.
Уральский федеральный университет,
y.tolstova@mail.ru

ОТОПЛЕНИЕ ПОМЕЩЕНИЯ ЛЕДОВОЙ АРЕНЫ ХОККЕЙНОГО КОРТА В Г. СУРГУТ

В настоящее время активно развивается строительство объектов спортивного назначения, в числе которых крытые сооружения с ледовым покрытием. Особенностью их являются значительные теплопотери из-за наличия обширной открытой поверхности льда. В связи с этим требуется отопление во все периоды года. Параметры воздуха и режимы использования сооружений приведены в нормативных документах [1].

Как правило, применяются комбинированные системы отопления:

- дежурное отопление местными нагревательными приборами, рассчитанное на поддержание температуры $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в холодный период года;
- дополнительное отопление, рассчитанное на догрев воздуха помещения до требуемых температур.

Система дежурного отопления – горизонтальная двухтрубная с нижней разводкой магистралей вследствие протяженности помещения. Прокладка магистралей и установка нагревательных приборов предусматривается под трибунами в недоступной для посетителей зоне. В качестве отопительных приборов дежурного отопления выбраны регистры из гладких труб.

Дополнительное отопление может осуществляться приточными системами за счёт перегрева приточного воздуха, а также системами электрического отопления с применением инфракрасных излучателей или электроконвекторов. В переходный и теплый периоды года системы теплоснабжения переходят на