

УДК 621.697.34

ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИКАЦИИ*

Кандидаты техн. наук КНОТЬКО П. Н., ЯКОВЛЕВ Б. В.

ГП «БелНИПИэнергопром»

Докт. техн. наук, проф. КАЧАН А. Д.

Белорусская государственная политехническая академия

Исполнилось 75 лет теплофикации в России. Этой знаменательной дате была посвящена проходившая 16—18 ноября 1999 г. в Москве организованная РАО «ЕЭС России» юбилейная научно-техническая конференция.

В работе конференции приняли участие представители научно-исследовательских, проектных и учебных институтов, энергомашиностроительных заводов, строительно-монтажных, наладочных и эксплуатационных организаций, а также гости из стран СНГ, Германии и Финляндии.

Итоги 75-летнего развития и задачи, связанные с будущим теплофикации России, подробно были рассмотрены во многих докладах и выступлениях россиян. Поделились опытом развития теплофикации и теплоснабжения в своих странах и зарубежные гости, в том числе белорусские энергетики.

Работа конференции прошла плодотворно, с большой пользой и в решении ее зафиксировано, что теплофикация была и остается главным направлением энергоснабжения городов и агломераций, обеспечивая значительную экономию топливных, материальных и трудовых ресурсов, а также улучшение экологии городов и быта населения. Сформулированы и кардинальные проблемы, которые необходимо решать в области производства, транспорта и потребления тепловой энергии, чтобы существенно повысить конкурентоспособность, рентабельность и надежность систем теплофикации и централизованного теплоснабжения. Особенно была подчеркнута необходимость широкого использования в теплофикации современных газотурбинных и парогазовых технологий.

Началом советской теплофикации официально считается 25 ноября 1924 г., когда в Ленинграде впервые была подана теплота коммунально-бытовым потребителям от ЛГЭС № 3 по теплопроводу общего пользования. Инициаторами и авторами первого проекта районной теплофикации были профессор В. В. Дмитриев и главный инженер ЛГЭС № 3 Л. Л. Гинтер (ныне станция носит его имя). Большое содействие по переоборудованию существующей конденсационной турбины мощно-

*К 75-летию российской и 70-летию белорусской теплофикации.

стью 680 кВт в теплофикационную, работающую в режиме ухудшенного вакуума, оказал тогда Ленинградский металлический завод. Однако следует напомнить, что идея комбинированной выработки теплоты и электрической энергии нашла применение в России еще в 1902–1915 гг. на небольших, главным образом технологических блок-станциях, сооружаемых также по инициативе В. В. Дмитриева.

С 1928 г. теплофикация начинает развиваться в Москве, Иванове, Казани, Киеве, Ростове, Горьком, Харькове, Ярославле и других городах.

В Беларуси начало применения теплофикации положено в сентябре 1929 г. пуском на Бобруйском лесокOMBинате ТЭЦ мощностью 3,5 МВт.

Широкому применению теплофикации способствовало понимание ее социального и экономического значения в развитии производительных сил. Необходимость и важность комбинированного производства тепловой и электрической энергии подчеркивались в плане ГОЭЛРО.

Большое значение в развитии теплофикации сыграли Первый Всесоюзный съезд по теплофикации, который проходил в Москве в январе 1930 г. под председательством Г. М. Кржижановского, активно поддерживавшего идею теплофикации, а также решения июньского (1931 г.) Пленума ЦК ВКП(б) о развитии теплофикации в крупных промышленных центрах. Теплофикация была возведена в ранг государственной технической политики и превратилась в самостоятельную область энергетики, способствующую повышению эффективности топливоиспользования в народном хозяйстве, существенному повышению качества теплоснабжения и улучшению санитарного состояния городов. При этом с первых шагов она была поставлена на должную научную и техническую основу, что потребовало подготовки и привлечения широкого круга специалистов-теплофикаторов: научных работников, инженеров-проектировщиков, энергомашиностроителей, эксплуатационников.

Разработка основ теплофикации и фундаментальные технико-экономические исследования по эффективности ее развития в энергосистемах определили техническое направление и оптимальные решения в создании всех звеньев теплофикационной системы. Целесообразность концентрации электрической и тепловой мощности ТЭЦ, а также преимущественное применение для теплоснабжения городов горячей воды потребовали создания мощных теплофикационных турбин со ступенчатым подогревом сетевой воды, крупных энергетических и пиковых водогрейных котлов, а также систем теплоснабжения большого радиуса действия. В СССР были созданы и выпускаются сейчас крупнейшие в мире высокоэкономичные теплофикационные турбины отопительного и отопительно-производственного типа: Т-110-130, Т-175/210-130, Т-180/210-130, Т-250/300-240, ПТ-60-130/7, ПТ-80-130/13, ПТ-135/165-130/15, Р-50-130/15, Р-100-130/15.

По достигнутому техническому уровню, масштабам и темпам развития советская теплофикация с первых дней и по настоящее время прочно занимает ведущее место в мире.

Многие ТЭЦ имеют мощность 500–1500 МВт и отпускают 1–3 тыс. Гкал/ч теплоты. В крупных городах созданы мощные высокоэкономичные теплофикационные комплексы, в том числе такой комплекс в Минске был удостоен премии Совета Министров СССР за 1983 г.

За 75 лет советская теплофикация прошла путь от первой турбины мощностью 680 кВт до крупнейшей в мире теплофикационной турбины

в 250 тыс. кВт, от первых ТЭЦ мощностью 2–8 МВт до современных ТЭЦ мощностью 1000–2000 МВт, от первого теплопровода длиной в четверть километра до крупных магистральных сетей протяженностью в десятки километров.

Среднегодовой удельный расход условного топлива на производство электрической энергии на ТЭЦ составляет 270–280 г/(кВт · ч), а на современных ТЭЦ с обеспеченной тепловой нагрузкой, где величина комбинированной выработки электроэнергии доходит до 70–80 %, он не превышает 210–240 г/(кВт · ч), тогда как на конденсационных электростанциях расход топлива составляет 320–360 г/(кВт · ч). Отпуск 1 Гкал теплоты из отбора (противодавления) турбины в зависимости от начальных параметров пара и давления отбираемого пара дает экономию в энергосистеме 50–120 кг у. т.

В Беларуси благодаря развитой теплофикации (сейчас на долю ТЭЦ приходится 58 % от установленной электрической мощности энергосистемы) удельный расход топлива на отпуск электроэнергии в среднем по энергосистеме составляет 270 г у. т./(кВт · ч).

Сегодня в республике действует 21 ТЭЦ мощностью от 5 до 1000 МВт. Среди них такие крупные загородные отопительные ТЭЦ, как Минская ТЭЦ-4 мощностью 1030 МВт с блоками Т-110-130 и Т-250/300-240 и Гомельская ТЭЦ-2 мощностью 540 МВт с блоками Т-180/210-130. На промышленно-отопительных ТЭЦ установлены турбины Р-50, ПТ-60, ПТ-80, ПТ-135.

В 1998 г. на Оршанской ТЭЦ введена первая в республике ПГУ мощностью 68 МВт, что положило начало использованию парогазовых технологий в теплофикации Беларуси.

На месте Минской АТЭЦ (в 35 км от Минска) строится Минская ТЭЦ-5, которая в перспективе будет иметь 3–4 парогазовых блока по 440 МВт. В 1999 г. здесь введена паротурбинная часть мощностью 330 МВт первого блока, которая будет дооснащена высокотемпературной газовой турбиной мощностью 110 МВт.

Наряду с теплофикацией на органическом топливе, в 70–80-х гг., когда интенсивно развивалась атомная энергетика, намечалось и широкое применение атомной теплофикации и атомных котельных. Одной из первых в стране начала сооружаться в 1982 г. Минская АТЭЦ мощностью 2000 МВт с отпуском 2000 Гкал/ч теплоты и транспортом высокотемпературного теплоносителя в Минск по уникальной теплотрассе длиной 40 км. Первая атомная котельная была построена в Воронеже. Но, как известно, из-за аварии на Чернобыльской АЭС г. строительство Минской АТЭЦ в 1987 было приостановлено, а развитие атомной энергетике в стране замедлилось.

Теплофикация была и остается одним из основных путей повышения экономичности тепловых электрических станций и экономии топлива при энергоснабжении городов. Однако в новых экономических условиях применение теплофикации выдвигает новые научные и инженерные задачи по дальнейшему совершенствованию и повышению экономичности всех звеньев теплофикационной системы (непосредственно ТЭЦ, тепловых сетей, теплоиспользующих установок).

Улучшению показателей экономичности ТЭЦ способствуют правильный выбор их мощности (зоны теплофикации) и единичной мощности агрегатов, совершенствование технологических схем и компоновок, внедрение принципа блочности оборудования и прогрессивных ме-

тодов строительства из элементов повышенной заводской готовности, применение парогазовых технологий комбинированного производства электрической и тепловой энергии, а также обеспечение максимальной загрузки ТЭЦ по тепловому графику и поддержание оптимальных режимов использования оборудования. Нового подхода требует применение для промышленного и коммунального теплоснабжения малых ТЭЦ с агрегатами мощностью 400—6000 кВт, потенциал которых в Беларуси составляет более 7 % от установленной на данный момент мощности энергосистемы.

Если в создании и освоении основного оборудования (турбины, котлы) и методах строительства ТЭЦ, например с применением разработанных ВНИПИэнергопромом серийных проектов ТЭЦ-ЗИГМ и ТЭЦ-ЗИТТ, всегда обеспечивался значительный прогресс, то в таком важном и ответственном звене теплофикационной системы, как тепловые сети улучшение технических и экономических показателей идет крайне медленно. Прежде всего, развитие тепловых сетей в городах обычно отстает от установленной тепловой мощности ТЭЦ (показательна в этом плане Мозырская ТЭЦ), что наносит значительный ущерб теплофикации, а объем капитальных затрат в сети составляет 30—50 % стоимости ТЭЦ.

Современные крупные системы теплоснабжения обладают низкой гидравлической и тепловой устойчивостью и не имеют надлежащего автоматизированного управления теплопотреблением. Следствием этого являются перегрев или недогрев отапливаемых зданий, значительное повышение, по сравнению с расчетной, температуры обратной сетевой воды (в некоторых системах на 10—15 °С), что снижает выработку электроэнергии на тепловом потреблении (на 3—4 кВт · ч на 1 Гкал на каждый градус) и увеличивает расход сетевой воды, а соответственно и электроэнергии на ее перекачку. В таких системах нельзя в полной мере использовать преимущества турбин со ступенчатым подогревом сетевой воды. Например, на ТЭЦ Белорусской энергосистемы недовыработка электроэнергии из-за повышенной температуры обратной воды приводит, по укрупненной оценке, к ежегодному пережогу около 30 тыс. т у. т. Ущерб может быть гораздо больше, если учесть, что ТЭЦ покрывают почти половину теплопотребления в республике и вырабатывают по теплофикационному циклу свыше 43 % электроэнергии от общего ее производства на электростанциях.

Серьезный урон теплофикации, а соответственно и топливосбережению наносит несоблюдение проектного температурного графика и ограничение отпуска теплоты от ТЭЦ. Наблюдающаяся в последние годы тенденция директивного снижения, по сравнению с расчетной, температуры прямой сетевой воды (в целях экономии топлива) при сохранении расчетной температуры воздуха в отапливаемых помещениях не дает желаемого экономического эффекта, а напротив, зачастую приводит к пережогу топлива в энергосистеме. При смешанной тепловой нагрузке (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) температура сетевой воды в прямом теплопроводе в переходный и летний периоды не должна быть ниже 65—70 °С как по условиям топливосбережения в горячем водоснабжении (избежания недогрева воды до требуемых по санитарным нормам 50—55 °С и ее потерь вследствие этого со сливом), так и в целях предотвращения наружной коррозии трубопроводов, изолированных минеральной ватой.

Труднорешаемыми проблемами наших крупных систем теплоснабжения являются обеспечение должной гидравлической плотности, каче-

ства сетевой воды и чистоты теплоиспользующего оборудования. Из-за неплотности и изношенности теплосетей и неконтролируемого разбора сетевой воды их подпитка значительно превышает нормативную, а загрязненное теплообменное и отопительное оборудование не обеспечивает нужный теплосъем, что увеличивает расход и температуру обратной сетевой воды. В системах теплоснабжения западных стран высокая гидравлическая плотность обеспечивается главным образом за счет высокой надежности тепловых сетей, а качество сетевой воды и соответственно чистота теплоиспользующего оборудования — за счет малой подпитки теплосетей и применения постоянной механической и, при необходимости, химической очистки сетевой воды в специальных установках.

Все это требует существенного совершенствования схем и режимов работы систем теплоснабжения, конструкций тепловых сетей и способов их прокладки. Повышению надежности и экономичности теплоснабжения способствуют применение подобных западным промышленным теплогидропредызолированных теплопроводов тепловых сетей, что уже осуществляется (организовано их производство и в Беларуси), переход, где это возможно, на независимую схему присоединения потребителей (с расчетной температурой теплоносителя в первом контуре 160–170 °С), освоение метода количественно-качественного регулирования отпуска теплоты от источников, внедрение автоматизированных систем управления тепловыми и гидравлическими режимами систем теплоснабжения, применение регулируемых электрических приводов на сетевых и подкачивающих насосах.

Развитие и функционирование теплофикации должно увязываться с такой актуальной энергетической проблемой, как прохождение минимумов электрической нагрузки энергосистемы и покрытие ее пиков. Обычно ТЭЦ проектируются для работы в базисной части графика электрических нагрузок и не обладают необходимыми маневренными и форсировочными свойствами.

Это обстоятельство даже в условиях нынешнего спада электрических нагрузок энергосистем не снимает задачу исследования перспективных режимов использования ТЭЦ в энергосистемах и выбора профиля их оборудования. В наибольшей мере данным требованиям отвечают газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, обладающие хорошими маневренными свойствами и оправданностью сооружения даже при небольших мощностях. Однако, учитывая преобладание пока паротурбинных ТЭЦ, необходимо иметь по ним технические решения и оборудование, способное работать в полупиковой и пиковой частях графика электрической нагрузки системы с разгрузкой в ночное время и выходные дни до 30–50 %. Как известно, подобные разработки впервые были выполнены и внедрены на ТЭЦ Белорусской энергосистемы (Минская ТЭЦ-4, Гомельская ТЭЦ-2) в 1984–1990 гг. Но дальнейшие работы в этом направлении были прерваны аварией на ЧАЭС и консервацией вследствие этого программы широкого строительства атомных электростанций, рассчитанных на работу в базовом режиме, что существенно усложняло регулирование электрических нагрузок энергосистем. Тем не менее вопросы маневренности ТЭС не утратили своей актуальности и вновь обостряются в условиях рыночной экономики и все возрастающей стоимости топлива.

Должное внимание следует уделять промышленной теплофикации, обеспечивающей около 50 % теплопотребления. Прежде всего необхо-

димо упорядочить работу технологических аппаратов, сведя их к минимальной шкале рабочих давлений. На технологические нужды сейчас отпускается пар давлением от 3 до 40 кгс/см², что существенно влияет на экономичность использования выпускаемой серии турбин, а в ряде случаев вообще не позволяет отпускать пар из отборов. Требуется упорядочения работа технологических аппаратов и в части устранения потерь конденсата используемого пара.

И, наконец, о негативном явлении, появившемся в теплоснабжении в последние годы.

Для сохранения и расширения теплофикационных систем должна применяться рыночная тарифная политика цен на энергоносители, и прежде всего на тепловую энергию, всячески заинтересовывающая и стимулирующая потребителей энергии. К сожалению, сейчас тарифы на тепловую энергию из-за наличия перекрестного субсидирования столь высоки, что провоцируют массовое строительство собственных, далеко не экономичных, мелких теплоисточников даже в зонах, охваченных теплофикацией и централизованным теплоснабжением, т. е. способствуют развалу теплофикационных систем. А, как известно, снятие 1 Гкал тепловой нагрузки с отбора турбин приводит к пережогу топлива в энергосистеме в размере 250—300 т у. т. в год.

Непомерно высокие тарифы на теплоту вызывают и такое опасное явление, как массовое непредсказуемое отключение (уменьшение теплопотребления) и подключение самими потребителями своих теплопотребляющих установок к системам централизованного теплоснабжения в зависимости от времени суток и погодных условий, что существенно влияет на надежность и экономичность теплоснабжения. Эта новая проблема также требует своего решения как в организационном, так и техническом плане, поскольку наши системы теплоснабжения по управляемости и гидравлической защите не приспособлены к таким режимам работы.

Таковы положительные и отрицательные стороны теплофикации, проявившиеся на ее 75-летнем пути в России и 70-летнем в Беларуси.

Рассмотренные достижения и недостатки, а также отдельные возможности дальнейшего развития теплофикации и централизованного теплоснабжения показывают, что нашим энергетикам-теплофикаторам предстоит много работать, чтобы не только сохранить завоеванные теплофикацией позиции, но и поднять ее на новую количественную и качественную ступени.

В завершение отметим, что идея (термодинамическая основа) комбинированного производства электрической и тепловой (либо холода) энергии как средство экономии топлива в системах энергоснабжения сегодня используется во всем мире. Теплофикация в больших и малых формах широко применяется во всех цивилизованных странах.

Поступила 28.12.1999