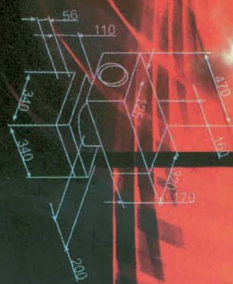


О.А. Сотникова
В.Н. Мелькумов

Теплоснабжение



О. А. СОТНИКОВА В. Н. МЕЛЬКУМОВ

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства в качестве учебного
пособия для студентов, обучающихся по специальности
290700 «Теплогазоснабжение и вентиляция»
по направлению 653500 «Строительство»



Москва 2009

Издательство Ассоциации строительных вузов

УДК 621.1
ББК 31.38я73
А 225

Рецензенты:

заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции
Белгородского государственного технологического университета
им. В.Г. Шухова, доктор технических наук, профессор *В.А. Минько*;
проректор Московского государственного строительного
университета по учебной работе, заведующий кафедрой отопления
и вентиляции, доктор технических наук, профессор *Ю.Я. Кувшинов*.

Сотникова О.А., Мелькумов В.Н.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ: Учебное пособие. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 296 с.

ISBN 978-5-93093-374-X

В учебном пособии рассмотрены вопросы выбора наиболее целесообразного варианта системы теплоснабжения населенных пунктов и жилых массивов по степени централизации системы.

Предназначено для работников научных и проектных организаций, аспирантов и студентов теплоэнергетических специальностей.

ISBN 978-5-93093-374-X

© Издательство АСВ, 2009

© Сотникова О.А.,

Мелькумов В.Н., 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сложившаяся к середине 90-х г.г. система теплового хозяйства страны характеризовалась тенденцией последних десятилетий к централизации теплоснабжения (до 80% теплоты). В крупных городах России сформировались и эксплуатируются огромные по масштабам тепловые сети с радиусом теплоснабжения до 30 км и более. При этом Россия по-прежнему остается одной из ведущих энергетических держав мира. Однако эффективность использования первичных источников и преобразованных видов энергии в стране крайне низка. Так, энергоемкость отечественной экономики за последние годы возросла на 46%, выросли затраты энергоресурсов на производство металла (в среднем на 30%). Неудовлетворительное качество централизованного теплоснабжения и явная тенденция к повышению стоимости отпускаемой теплоты привели к развитию в последние годы систем децентрализованного (автономного) теплоснабжения, в том числе с источниками теплоты, работающими на одного потребителя (без тепловых сетей). Такие системы развиваются в России по традиционным схемам и находят применение при отсутствии централизованных систем теплоснабжения. Существенные результаты энергосбережения могут быть получены в процессе строительства новых и реконструкции действующих систем теплоснабжения, при рациональном сочетании использования уже существующих источников и систем централизованного теплоснабжения и источников локального теплоснабжения или даже при полной замене последними действующих централизованных систем.

В учебном пособии приведены результаты проведенного анализа современного состояния экономики топливно-энергетического комплекса страны и структуры действующих систем теплоснабжения. Результаты анализа выявили необходимость рассмотрения систем теплоснабжения как сложных и самостоятельных объектов оптимизации. Рассмотрены системы теплоснабжения и потребители тепловой энергии, дана их классификация, основные принципы проектирования. Приведены расчеты тепловой мощности систем отопления, систем вентиляции, горячего водоснабжения, технологических систем и общей тепловой мощности объекта. Особое внимание уделено новым высокотехнологичным источникам автономного теплоснабжения отечественного и зарубежного производства. Рассматриваются как варианты централизованного теплоснабжения от ТЭЦ или ТЭС и районных котельных, так и децентрализованные и местные системы теплоснабжения, в том числе крышные, а также мобильные котельные для вре-

менного и аварийного теплоснабжения. Рассмотрены экономические аспекты оптимизации проектных вариантов системы теплоснабжения по степени ее централизации, предложены критерии и методика выбора экономически целесообразного варианта. Последовательность формирования вариантов системы теплоснабжения и расчета критерия их выбора реализована в виде приведенной укрупненной блок-схемы алгоритма.

Показано, что оптимальный вариант соответствует минимуму приведенных затрат или максимальному значению чистого дисконтированного дохода за период их расчета. При этом предложенная методика сопровождается конкретными числовыми примерами и выбором наиболее экономически целесообразного из рассматриваемых варианта системы теплоснабжения жилого микрорайона.

Эти сведения в своей совокупности помогут читателю, как полагают авторы, научить студентов квалифицированному выбору надежного, экономичного и безопасного варианта снабжения теплотой жилищно-коммунального сектора экономики страны.

Пособие может быть полезно также специалистам, связанным с исследованием, эксплуатацией и проектированием систем теплоснабжения и обладающим определенными знаниями в области экономики. Приведенные в нем материалы могут представлять интерес для сотрудников научно-исследовательских и проектных организаций теплоэнергетического профиля.

Авторы признательны рецензентам доктору технических наук В.А. Минко и доктору технических наук Ю.Я. Кувшинову, а также кандидату технических наук Б.П. Алпатову, доктору технических наук И.С. Суровцеву, доктору технических наук А.М. Болдыреву и кандидату экономических наук О.А. Куцыгиной за ценные предложения и замечания, высказанные при работе над настоящим изданием.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ

1.1. Энергетический кризис в России: причины возникновения и основные пути преодоления

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) представляет собой основу народного хозяйства страны. Надежное функционирование топливо-энергетических систем, внедрение новой техники и технологий, передовых научных достижений – необходимые условия для прогрессивного развития государственной экономики.

Кризисное состояние экономики России в последнее десятилетие неразрывно связано с состоянием ТЭК. Топливо-энергетический комплекс представляет собой основу энергетики страны и объединяет отрасли промышленности, которые обеспечивают народное хозяйство топливом и энергией.

За последние годы на предприятиях страны значительно снизились объемы производства при одновременном повышении удельных расходов различных видов энергоресурсов. Низкая энергетическая эффективность признана одной из главных причин энергетического кризиса. В то время как нефтяной кризис 70-х г. повлек резкое снижение энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) промышленно развитых стран Западной Европы, в Советском Союзе этот показатель стабилизировался или несколько возрос и был на 25% выше энергоемкости США и вдвое выше, чем в передовых странах Европы и в Японии [8]. Россия остается страной с одной из самых энергоемких экономик в мире. Примерно 45% разрыва между показателями энергоемкости СССР и США связано с различной структурой экономики, 35% обусловлено отсталыми технологиями, 20% объяснялось более гибкой системой управления в США. Рост энергоемкости российской экономики предопределен увеличением материало- и энергоемких отраслей (к 1993 г.). Абсолютное сокращение энергопотребления произошло за счет снижения валового национального продукта. Незначительная часть потребляемой электроэнергии идет на нужды населения (11% – бытовой сектор, 8% – сектор услуг, 4% – общественный транспорт), а остальные 77% потребляются отраслями тяжелой промышленности, энергетики, сельского хозяйства.

Действовавшая система хозяйствования в СССР до его распада характеризовалась невосприимчивостью к научно-техническому прогрессу, но сила энерго- и ресурсорасточительный характер. Однако в результате распада прежней социально-экономической системы негативные явления не исчезли и даже усилились в последние годы.

В течение периода перехода к рыночным отношениям цены на энерго-ресурсы оставались заниженными и слабо повлияли на объемы энергопотребления страны: при снижении ВВП на 14 и 20% в 1990 и 1992 гг. потребность в первичных энергоресурсах уменьшилась соответственно на 3 и 5% , а электроэнергии – на 3 и 6%. Производство энергоресурсов в России сократилось за это время на 12%, а пренебрежение энергосбережением не только снизило до критического уровня надежность энергоснабжения всего хозяйства, но и обусловило уменьшение на 25% вывоза энергоресурсов в страны СНГ и другие государства. В условиях общего спада производства энергоемкость народного хозяйства в середине 1993 г. была на 38% выше, чем в 1991 г. Зарождающиеся рыночные механизмы не ускорили, а замедлили процесс внедрения энергосбережения в экономике России.

Данные об интенсивности роста удельных расходов электроэнергии на некоторых металлургических предприятиях России приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Удельные расходы электроэнергии на некоторых металлургических комбинатах [29]

| Продукция | Интенсивность роста удельных расходов электроэнергии (кВт·ч)·10 ⁻⁶ /т/т на металлургических комбинатах* | | | | | |
|--------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Агломерат | 1,08 | 6,93 | 1,67 | 11,71 | 3,23 | 17,78 |
| Кокс | 4,17 | 5,79 | 12,96 | 9,79 | 15,58 | 18,75 |
| Чугун | 0,21 | 2,33 | 1,89 | 1,98 | 0,81 | 0,53 |
| Сталь: | | | | | | |
| мартеновская | 0,25 | 2,16 | - | 3,34 | -0,27 | 2,29 |
| конверторная | - | 8,29 | 2,08 | 0,72 | 19,31 | - |
| Прокат | 2,49 | 11,72 | 3,96 | 21,13 | 11,77 | -5,90 |

* 1 – Магнитогорский, 2 – Череповецкий, 3 – Липецкий, 4 – Челябинский, 5 – Нижне-Тагильский, 6 – Новокузнецкий

Интенсивность роста удельных расходов энергетических ресурсов, негативные социально-экономические процессы развития страны в последние годы существования СССР и в период возникновения новых, ориентированных на рыночные, экономических отношений в России характеризуют критическое состояние экономики в целом и топливно-энергетического комплекса в частности.

Учитывая важность эффективного развития ТЭК для успешного функционирования экономической системы страны, проблемы этой отрасли должны быть под особым контролем государства. Теплоснабжение в России, несмотря на признание его самым топливоемким и находящимся в критическом состоянии сегментом топливно-энергетического комплекса страны, было и остается совершенно нескоординированным в силу своей разобщенности. Оно представлено сегодня в виде разрозненных звеньев, не имеющих, в отличие от других отраслей ТЭК, единой технической, структурно-инвестиционной, экономической и организационной политики. В

поле зрения РАО «ЕЭС России» находится теплофикация и централизованное теплоснабжение от АО-энерго. Муниципальные котельные и системы теплоснабжения курируются Госстроем РФ, а сфера децентрализованного теплоснабжения, по существу, предоставлена сама себе. В то же время, состояние, в котором находится теплоснабжение в большинстве районов России, может обернуться гуманитарной катастрофой при наступлении заметно холодной зимы. Социальные, экономические и политические последствия таких сбоях в обеспечении теплотой могут нанести стране крайне ощутимый ущерб.

Официальными органами [33] не ведется разработка сводного теплового баланса страны. В результате этого ряд направлений производства и использования теплоты не учитывается и, следовательно, не оценивается энергетически и экономически. В официальном статистическом издании – «Российском статистическом ежегоднике» (РСЕ) – раздел теплоснабжения отсутствует.

Обеспечение теплотой в первую очередь осуществляется от котельных, на долю которых приходится почти половина всего производства теплоты. Теплофикация, т.е. комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), несмотря на 75-летние усилия по ее развитию, занимает лишь четвертую часть в суммарном отпуске теплоты. В то же время, именно она стала основой для развития централизованного теплоснабжения и концентрации производства теплоты на энергетических установках повышенной мощности. Эти направления были и сохраняются поныне как главные в теплообеспечении страны.

Системами централизованного теплоснабжения (СЦТ) в 1997 г. было отпущено 71% всей теплоты. Помимо ТЭЦ, в этих системах работает основная часть котельных большой мощности. Сюда также принято относить теплоснабжение от различных теплогенерирующих источников: утилизационных установок, электродкотельных, атомных электростанций (АЭС) и др.

Децентрализованные источники, на долю которых приходится 29% отпущенной потребителям теплоты в 1997 г., включают котельные мощностью менее 20 Гкал/ч и автономные теплогенерирующие установки различных типов, имеющих существенно разный технический уровень. Оценка объема производства теплоты ими является наименее надежной.

Теплота от электростанций и котельных обеспечивает в стране почти 80% его отпуска потребителям.

В целом ресурсы теплоты в 1997 г. были равны 2,07 млрд Гкал/год, в том числе жилищный сектор и бюджетная сфера потребляют 1096 млн Гкал, промышленность и прочие потребители – 974 млн Гкал. На теплоснабжение расходуется более 400 млн т условного топлива в год.

Ресурсы теплоты в 1997 г. снизились по сравнению с 1990 г. примерно на 21%, главным образом, за счет сокращения расхода теплоты на производственные нужды при одновременном слабом росте бытового теплопотребления.

Теплоснабжение России обеспечивают 485 ТЭЦ, около 6,5 тыс. котельных мощностью более 20 Гкал/ч, более 100 тыс. мелких котельных и около 600 тыс. автономных индивидуальных теплогенераторов.

В организациях, занимающихся строительством, эксплуатацией, ремонтом, наладкой, контролем систем теплоснабжения и теплопотребления, работает около 2 млн человек.

Технический уровень персонала и уровень эксплуатации оборудования ТЭЦ повсеместно достаточно высокий. Основная проблема – массовый переход на пониженный температурный график теплоносителя, что обосновывается массовыми неплатежами. Вместо расчетной температуры теплоносителя в холодный зимний период – 150°C, фактическая температура сетевой воды, отпускаемой ТЭЦ, во многих городах не превышает 70–80°C. При этом страдают все потребители: и те, кто платит, и те, кто не платит. Соответственно, платежеспособные потребители отключаются от централизованного теплоснабжения, создавая собственные теплоисточники. Тем более это оказалось выгодно предприятиям при низких ценах на газ и высоких тарифах на теплоту, отпускаемую ТЭЦ. Начало процессу отключения предприятий от систем централизованного теплоснабжения положило применявшееся ранее перекрестное субсидирование жилого сектора за счет более высоких тарифов для остальных потребителей.

Уменьшение подключенной нагрузки негативно сказывается на общих экономических показателях ТЭЦ и снижает их конкурентоспособность.

Диаметры трубопроводов тепловых сетей остались без изменения, соответственно увеличились удельные тепловые потери и удельные затраты на амортизацию. Это привело к увеличению общих удельных затрат (в руб./Гкал).

Основными потребителями теплоты от ТЭЦ остались предприятия бюджетной сферы и жилищный фонд, т. е. главные неплательщики. Дальнейший рост тарифов на тепловую энергию, отпускаемую от ТЭЦ, привел к тому, что они превысили себестоимость тепловой энергии, вырабатываемой на индивидуальных источниках, и это положило начало мощной рекламной кампании по строительству индивидуальных котельных для жилых домов.

В свою очередь, пониженный температурный график привел к разрегулировке тепловых сетей и недостаточным перепадам давлений на «концевых» участках. Это вынуждает муниципалитеты строить собственные индивидуальные котельные, что еще больше ухудшает положение в системе централизованного теплоснабжения.

Общим для большинства котельных является большой физический износ оборудования, достигший 68%. В наиболее плохом техническом состоянии находятся муниципальные котельные, принятые от обанкротившихся промышленных предприятий, воинских частей, организаций МЧС и т.д.

Тем не менее, газовые котельные с котлами единичной мощностью более 4 Гкал/ч повсеместно имеют достаточно высокий КПД. Значительно хуже показатели котельных, оборудованных котлами малой мощности «НР-18», «ЗИО-60», «Универсал», «Энергия», «Стреля» и т.д. Это обусловлено

как крайне низкими техническими характеристиками самих котлов, так и повсеместным отсутствием (или неработоспособностью) химводоподготовки, накипью и коррозией теплообменных поверхностей.

В худшем состоянии, с точки зрения экономичности, находятся котельные, работающие на угле: их КПД обычно не превышает 60%, а бывает и на уровне 20%. Это объясняется низкими техническими характеристиками котлов, отсутствием водоподготовки, плохим качеством угля и отсутствием предварительной его обработки, а также в немалой степени – низким техническим уровнем эксплуатационного персонала, невысокой заработной платой.

Вместо 200 крупных теплоснабжающих организаций в стране возникли тысячи разномасштабных предприятий, подчиненных только главам местных администраций.

Долги муниципальных теплоснабжающих предприятий за топливо (в основном, газ) и за покупную теплоту превысили 170 млрд руб. В некоторых муниципальных образованиях долги за топливо превысили годовой бюджет.

Практически в каждом городе есть районы, отапливаемые от ведомственных источников теплоты, ТЭЦ или котельных промышленных предприятий. Огромное количество небольших поселков при шахтах, фабриках, заводах, воинских частях отапливаются от единственной котельной, находящейся в этой организации. Эти источники теплоты можно разделить на две группы:

- котельные бюджетных организаций и разорившихся, но еще не ликвидированных предприятий. Состояние их, в подавляющем большинстве случаев, неудовлетворительное. Только по объектам, подведомственным Госгортехнадзору, в 2000 г. выявлено 5700 организаций, в которых практически не проводилась подготовка оборудования котельных к отопительному сезону. Многие котельные находятся в аварийном состоянии, и владельцы включают их в работу только в сильные холода, либо в недолгие периоды производственной активности;

- котельные и ТЭЦ благополучных предприятий. В них обычно нет серьезных технических проблем, основная проблема – платежи. Поставщики теплоты требуют нормальной оплаты за качественное теплоснабжение, а муниципальные органы управления со своим скудным бюджетом стремятся всячески сэкономить и недоплатить.

Это приводит к тому, что многие предприятия стараются избавиться от убыточных котельных, выделяя их в отдельные предприятия и вводя процедуру банкротства.

В то же время в муниципальных образованиях, где налажен нормальный экономический механизм (например, в Череповце), проблем с теплоснабжением от ведомственных источников не возникает. А в Кемерове был инициирован обратный процесс – передача муниципальных котельных в небольших городах градообразующим предприятиям, что позволило значительно улучшить ситуацию.

Проблема долгов муниципалитетов очень часто решается путем строительства новой котельной, что увеличивает общие издержки общества. Принятие же на баланс муниципальных образований котельных обанкротившихся предприятий ложится тяжелым бременем на местные бюджеты, так как средств на восстановление котельных или строительство новых не обеспечено финансовыми возможностями муниципалитетов.

Тепловые сети в России самые дорогие в мире:

- реальные тепловые потери составляют от 20 до 50% выработки теплоты зимой и от 30 до 70% летом. Это подтверждается резким уменьшением необходимой выработки теплоты при переходе на индивидуальные источники и замерами тепловых потерь на реальных тепловых сетях;

- утечки теплоносителя превышают нормы, принятые в развитых странах, в миллионы раз;

- замена трубопроводов из-за коррозии происходит в 4–5 раз чаще, чем это принято в других странах.

В тепловых сетях теряется практически вся экономия, получаемая от комбинированной выработки теплоты и электроэнергии на ТЭЦ.

Общая ситуация с тепловыми сетями в последние годы резко ухудшилась. Сокращение финансирования привело к уменьшению объемов перекладок трубопроводов. Руководство предприятий теплоснабжения, стремясь не допустить увеличения аварийности, пыталось сохранить объемы, снижая требования к качеству и всячески удешевляя строительные работы. Переложенные сети имели очень низкий ресурс и через 5–7 лет требовали новой перекладки. В итоге количество аварийных сетей к 2000 г. начало расти в геометрической прогрессии, а количество аварий стало удваиваться через каждые 2 года, в среднем увеличившись за последние 6 лет в 10 раз. Как следствие, в несколько раз увеличилась и мощность аварийных служб, при этом службы по проверке качества теплоизоляционных покрытий в теплоснабжающих предприятиях отсутствуют. Отсутствуют также службы контроля за изменением коррозионных факторов и скоростью коррозии трубопроводов. В результате безаварийный период жизни тепловых сетей редко превышает 10 лет.

Частные предприятия, получающие теплоту от централизованной системы теплоснабжения, первыми прореагировали на изменение экономических условий, отгородившись от монополистов счетчиком теплоты либо – при высоких тарифах – построив собственные котельные.

При существующей структуре одноставочных тарифов (руб./Гкал) счетчик теплоты не стимулирует потребителя к возможно более полному использованию энергетического потенциала теплоносителя. Одно и то же количество теплоты можно получить при расходе теплоносителя $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, охладив его на 80°C , и при расходе $80 \text{ м}^3/\text{ч}$, охладив его всего на 10°C , причем во втором случае можно не устанавливать дорогостоящие водоподогреватели с большой поверхностью теплообмена, уменьшать размеры отопительных радиаторов и т. д., а за полученную потребителем теплоту оплачивать ту же сумму.

Ранее при превышении нормируемого расхода и соответствующем завышении температуры обратной сетевой воды теплоснабжающая организация могла налагать штраф. Теперь, когда в арбитражном суде признается только Гражданский Кодекс РФ, такие штрафы являются неправомерными.

Системы отопления жилых домов в свое время создавались для коллектива жильцов, каждый из которых в отдельности не может влиять на процесс теплоснабжения. Однако потребители теплоты в коммунальном секторе (жильцы) не могут оставаться в стороне от необходимости регулирования уровня комфорта их проживания. Они по-своему регулируют температурный режим квартир: добавлением секций радиаторов, сжиганием неучтенного газа в газовых плитах (для прохождения минимума наружных температур), открывают форточки (для компенсации «перетоков» осенью и весной). Внедрение нормальных экономических стимулов к экономии теплоты для жителей упирается в необходимость значительных дополнительных затрат на квартирные приборы учета теплоты и неприспособленность существующих систем с однотрубной разводкой к поквартирному регулированию.

За отопление квартир жители расплачиваются чаще всего по расценкам на отопление одного квадратного метра площади квартиры, причем размер оплаты составляет 40–90% от фактических затрат муниципалитета. Дотации на разницу в тарифах выплачиваются не жителям, а непосредственно теплоснабжающей организации, и очень редко – в полном объеме.

Дотация не предусматривает компенсацию расходов жилищных организаций на обслуживание внутрименовых систем отопления, в тариф «отопление» эти расходы тоже не включаются. Считается, что эти расходы входят в общую сумму расходов на содержание зданий. В результате такого неподкрепленного финансами обслуживания и полного отсутствия контроля за переделками в квартирах систем отопления здания оказались полностью разрегулированы и энергорасточительны. Даже в элитных домах-новостройках при заселении часто демонтируются квартирные регуляторы теплоты у батарей, и площадь нагревательных приборов значительно увеличивается.

Из-за отсутствия водосчетчиков и качественного сантехнического оборудования водопотребление жителей составляет, в среднем, 300 л горячей и холодной воды на человека в сутки – это в 3 раза больше, чем других странах, и в 2 раза больше, чем по нормативу. Это приводит к тому, что, кроме прямых потерь воды, бесполезно теряются теплота, электроэнергия на перекачку теплоносителя, затрачиваются деньги на содержание излишних мощностей насосов, водоподогревателей, оборудования подготовки воды и водозаборов, очистных сооружений, а также чрезмерных диаметров трубопроводов.

Системы теплоснабжения в зданиях бюджетных организаций находятся не в лучшем состоянии. Нет такого количества хаотических переделок, как в жилых домах, но грамотная эксплуатация тоже практически повсеместно отсутствует. В неудовлетворительном состоянии находятся и установки приточной вентиляции, кондиционирования. Это изменяет ре-

жим воздухообмена в школах и больницах, приводит к нарушению санитарных норм.

Для уменьшения платежей за теплоту на объектах бюджетной сферы в последние годы началась массовая установка счетчиков теплоты. При этом не достигается действительная экономия теплоты. Размер оплаты за теплоснабжение обычно уменьшается из-за неработающих вентиляционных систем, но, оставляя затраты теплоснабжающей организации неизменными (потребление топлива, диаметры теплотрасс, теплопотери и т.д.), при очередном пересмотре тарифов ранее утвержденные затраты делятся на меньшее количество реализованной теплоты, и тарифы вновь повышаются.

Указанные факторы были учтены при разработке энергетической стратегии России на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28.08.2003 г. № 1234-р (рис. 1.1) [59]. Основная цель энергетической стратегии – максимально эффективное использование ресурсного и производственного потенциала энергетического сектора для роста экономики и повышения качества жизни населения страны.

Современная экономика России энергорасточительна. Энергоемкость ВВП России (при расчете его по паритету покупательной способности валют) превышает среднемировую показатель в 2,3 раза, а по странам ЕС – в 3,1 раза. Расчеты показывают, что энергоемкость ВВП должна снизиться к 2020 г. по сравнению с 2000 г. примерно в 2 раза (рис. 1.2) [59].

Так, перестройка структуры экономики и технологические меры экономии энергии уменьшают энергоемкость ВВП на 26–27% к 2010 г. и от 45 до 55% к концу рассматриваемого периода. При этом до половины прогнозируемого роста экономики сможет быть получено за счет ее структурной перестройки без увеличения затрат энергии. Еще 20% даст технологическое энергосбережение и около трети прироста ВВП потребует увеличения расхода энергии.

Россия обладает уникальным потенциалом энергосбережения, который оценивается в 9–47% существующего годового потребления энергии.

Стратегия предусматривает интенсивную реализацию организационных и технологических мер экономии топлива и энергии, т. е. проведение целенаправленной энергосберегающей политики. Реализация освоенных в отечественной и мировой практике организационных и технологических мер по экономии энергоресурсов способна к концу рассматриваемого периода уменьшить их расход в стране на 360–430 млн т у. т. в год (рис. 1.3) [59]. Сдерживание развития энергоемких отраслей и интенсификация технологического энергосбережения позволят при росте ВВП за 20 лет в 2,3–3,3 раза ограничиться ростом потребления энергии в 1,25–1,4 раза и электроэнергии – в 1,35–1,5 раза. Примерно 20% потенциала энергосбережения можно реализовать при затратах до 20 долл. США за 1 т у. т., т. е. уже при действующих в стране ценах на топливо. Наиболее дорогие мероприятия (стоимостью свыше 50 долл. США за 1 т у. т.) составляют около 15% потенциала энергосбережения. Реализация всего потенциала энергосбережения займет до 15 лет.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предисловие | 3 |
| 1. СОСТОЯНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ..... | 5 |
| 1.1. Энергетический кризис в России: причины возникновения и основные пути преодоления..... | 5 |
| 1.2. Основные направления инвестиционной политики ТЭК России..... | 18 |
| 1.3. Ценообразование и ценовая политика в ТЭК России..... | 20 |
| 1.4. Техничко-экономические показатели эффективности работы ТЭК России | 23 |
| 1.5. Энергосбережение как основа энергетической политики России | 33 |
| 2. ПОТРЕБИТЕЛИ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ..... | 36 |
| 2.1. Климатические показатели и классификация потребителей тепловой энергии | 36 |
| 2.2. Тепловая мощность системы отопления..... | 39 |
| 2.3. Тепловая мощность системы вентиляции | 46 |
| 2.4. Тепловая мощность системы горячего водоснабжения | 51 |
| 2.5. Тепловая мощность технологических систем | 58 |
| 2.6. Общая тепловая мощность объекта | 59 |
| 3. СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ | 63 |
| 3.1. Классификация систем теплоснабжения | 63 |
| 3.2. Основные принципы проектирования систем теплоснабжения | 68 |
| 4. ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ | 82 |
| 4.1. Централизованное теплоснабжение от электростанций (теплофикация)..... | 82 |
| 4.2. Централизованное теплоснабжение от районных котельных | 85 |
| 4.3. Автономное и местное теплоснабжение | 86 |
| 4.4. Теплогенераторы..... | 87 |
| 4.5. Теплогенераторы для централизованного теплоснабжения | 103 |
| 4.6. Теплогенераторы для автономного (децентрализованного) теплоснабжения | 111 |
| 4.7. Теплоснабжение на базе крышных источников теплоснабжения (крышных котельных) | 178 |
| 4.8. Мобильные котельные для временного и аварийного теплоснабжения | 181 |

| | |
|---|------------|
| 5. ПРОКЛАДКА И ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИЙ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ..... | 190 |
| 5.1. Способы прокладки трубопроводов тепловых сетей | 190 |
| 5.2. Дренаж тепловых сетей..... | 193 |
| 5.3. Сооружения на тепловых сетях..... | 193 |
| 6. КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА СТЕПЕНИ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ... | 198 |
| 6.1. Предпосылки оптимизации проектных вариантов системы теплоснабжения населенного пункта по степени централизации источников теплоты..... | 198 |
| 6.2. Критерии выбора проектного варианта системы теплоснабжения населенного пункта по степени ее централизации | 201 |
| 6.3. Основы концепции оценки эффективности вариантов инвестиций на этапе разработке проекта системы теплоснабжения | 209 |
| 7. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ | 218 |
| 7.1. Формирование вариантов источников теплоснабжения .. | 218 |
| 7.2. Корреляционно-регрессионные модели расхода ресурсов при эксплуатации системы теплоснабжения | 223 |
| 7.3. Методика расчета затрат на источники теплоснабжения | 230 |
| 7.4. Формирование вариантов тепловых сетей | 233 |
| 7.5. Методика расчета затрат на тепловые сети..... | 241 |
| 7.6. Формирование вариантов сетей газоснабжения | 251 |
| 7.6.1. Газораспределительные сети природного газа низкого давления | 251 |
| 7.6.2. Газораспределительные сети природного газа среднего и высокого давления..... | 263 |
| 7.7. Методика расчета затрат на сети газоснабжения | 264 |
| 7.8. Формирование инженерных сооружений для вариантов систем газоснабжения | 267 |
| 7.9. Методика расчета затрат и платежей на строительство и эксплуатацию инженерных сооружений вариантов системы теплоснабжения | 272 |
| 7.10. Алгоритм формирования вариантов, расчета критерия и выбора оптимального варианта степени централизации системы теплоснабжения..... | 274 |
| Список литературы..... | 287 |

Учебное пособие

Ольга Анатольевна Сотникова
Виктор Нарбенович Мелькумов

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Компьютерная верстка: *С.А. Устинов*
Корректор: *Н.С. Седова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 08.06.08. Формат 60х90/16
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага газ.
Усл. 18,5 п. л. Заказ № . Ш завод 1000 экз.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 348 (КМК)
тел./факс: (499)183-56-83; e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru>