

Т. Г. ПОСПЕЛОВА



ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ТЭК и управление им
Правовые и экономические
аспекты энергосбережения
Энергетический менеджмент
Прикладные проблемы
энергоэффективности
Экология и энергосбережение

STATE COMMITTEE FOR ENERGY SAVING AND ENERGY SUPERVISION
OF THE REPUBLIC OF BELARUS

TATYANA POSPELOVA

**THE FUNDAMENTALS
OF ENERGY SAVING**

Minsk, «Technoprint»
2000

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ НАДЗОРУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Т. Г. ПОСПЕЛОВА

**ОСНОВЫ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Минск, «Технопринт»
2000

УДК 620.9(476)

П 62

Поспелова Т. Г., Основы энергосбережения. – Мн.: УП «Технопринт»,
2000. – 353 с. – ISBN 985-6582-94-6

Изложены современная концепция, основные понятия и принципы эффективного энергоиспользования, рассматриваются механизмы и способы энергосбережения в условиях рыночной экономики, анализируется мировой опыт, состояние и перспективы энергосбережения в Республике Беларусь.

Рецензенты: директор ГП БелТЭИ, к. т. н. Ф. И. Молочко,
инженер В. И. Новыш

Научный редактор: директор ГП БелВИЭЦ, к. т. н. В. В. Кузьмич

Издано при участии УП «Белэнергосбережение»

ISBN 985-6582-94-6

© Поспелова Т. Г., 2000.

© УП «Технопринт», 2000.

О ПРОБЛЕМАХ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПРЕДЛАГАЕМОЙ КНИГЕ

В современном мире условием сохранения и развития цивилизации на Земле стало обеспечение человечества достаточным количеством топлива и энергии при все возрастающих материальных и духовных потребностях людей, сложности экологических проблем. Ограниченность запасов традиционных топливно-энергетических ресурсов заставила обратиться к энергосбережению как одному из основных элементов современной концепции развития мировой энергетики.

Энергосбережение означает переход к энергоэффективным технологиям во всех отраслях экономики, включая топливно-энергетический комплекс и, прежде всего, энергоемкие отрасли, а также коммунально-бытовой сектор. Энергосбережение означает рациональное энергоиспользование во всех звеньях преобразования энергии – от добычи первичных энергоресурсов до потребления всех видов энергии конечными пользователями, т. е. эффективные технологии производства, передачи, распределения и потребления энергии, максимальное использование возобновляемых источников энергии. Проблемы энергосбережения актуальны и решаются во всех странах, но при общем содержании конкретные способы и пути решения диктуются национальными, природно-геологическими и социально-экономическими особенностями и условиями каждой страны.

В Республике Беларусь в одной из первых из бывших республик Советского Союза была осознана необходимость энергосбережения и возведена в ранг государственной политики. Для решения проблем энергосбережения разработана концепция, приняты Закон об энергосбережении, система государственных программ и создана республиканская система управления энергосбережением, верхним звеном которой является Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору. За истекшее пятилетие сформировалась и успешно развивается комплексная система энергосбережения: широкая правительственная поддержка, привлечены лучшие силы инженерно-технического потенциала страны, учтены зарубежный опыт и местные условия, найдены действенные социально-экономические, психологические рычаги и стимулы рационального расходования энергоресурсов как на предприятиях, так и на бытовом уровне. В республике разработаны и внедряются новые технические энергосберегающие решения, организована передача передовых технологий из-за рубежа, проводится активная информационно-рекламная работа. С самого начала поставлена и решается задача создания комплексной непрерывной системы образования в области энергосбережения – от закрепления на подсознательном уровне в дошкольном возрасте навыков бережного, рачительного отношения к энергии до подготовки высококвалифицированных менеджеров по энергосбережению и инженеров, способных находить энергосберегающие решения в своей профессиональной деятельности. Учебный центр ГП «Белэнергосбережение» координирует и проводит систематическую работу по подготовке и переподготовке кадров с учетом новейших отечественных и зарубежных технологий энергосбережения. Издается республиканский журнал «Энергоэффективность», начато издание серии книг по энергосбережению. В их числе – широкий спектр от научно-популярных познавательных до серьезных учебных пособий и монографий.

Настоящая книга доктора технических наук, профессора Т. Г. Поспеловой рекомендуется в качестве учебника по курсу «Основы энергосбережения». Она представляет собой первое подобное издание как в нашей республике, так и в странах ближнего зарубежья. Это достаточно серьезное и глубокое изложение научно-технических основ, современного состояния и тенденций в области энергосбереже-

ния, учитывающее мировой опыт, реальные достижения и задачи в нашей республике. Достоинством книги следует считать системность, ясность и простоту изложения. Нельзя не отметить оригинальность подхода к подаче материала и наличие интересных результатов собственных исследований автора. Так, впервые уделено значительное внимание энергетическому менеджменту как одному из важных механизмов энергосбережения, правовым и экономическим аспектам. Энергосбережение – чрезвычайно широкая область прикладных знаний. Книга даст представления и сведения по его основным разделам, вполне отражает мировые тенденции, состояние и перспективы энергосбережения в Республике Беларусь. На наш взгляд, книга будет интересна и полезна широкому кругу читателей: инженерам всех профилей, менеджерам, преподавателям, аспирантам, студентам. Порядок и стиль ее изложения таков, что позволяет не обязательно читать все подряд, а лишь то, что интересно и нужно данному читателю. Хочется надеяться, что книга будет способствовать росту знаний и культуры в области энергосбережения, что необходимо для устойчивого экономического развития нашей республики.

*А. А. САВАНОВИЧ,
заместитель председателя Государственного комитета
по энергосбережению и энергетическому надзору.*

*Посвящается моим родителям и учителям:
светлой памяти моей матери –
доктора технических наук, профессора
ФЕДОРОВОЙ ИРИНЫ АНАТОЛЬЕВНЫ
и моему отцу – доктору технических наук,
профессору, заслуженному деятелю
науки и техники РБ
ПОСПЕЛОВУ ГРИГОРИЮ ЕФИМОВИЧУ,
преданность которых энергетической науке
и самоотдача в педагогической деятельности
могут служить примером для молодежи*

ОТ АВТОРА

Настоящая книга является учебником по дисциплине «Основы энергосбережения», введенной в учебные планы, по которым обучаются студенты технических и экономических специальностей Республики Беларусь. Введение этой дисциплины связано с актуальностью проблем рационального пользования энергоресурсами для стабильного и поступательного развития национальной экономики и реализацией Государственной программы «Энергосбережение».

В книге излагаются в едином плане основные сведения в области теоретических основ и практических механизмов энергосбережения, необходимые инженерам, экономистам и менеджерам для осуществления их профессиональной деятельности.

Кроме основного назначения настоящая книга может служить учебным пособием для студентов специальности Т 22.01 «Энергетический

менеджмент и энергоэффективные технологии». Автор надеется, что ее труд будет полезен также для инженеров и аспирантов.

Достаточное энергопроизводство – условие существования, движитель человеческой цивилизации, основа ее экономического и социального прогресса. Наша жизнь немыслима без света и тепла в квартирах, без современных средств связи, компьютеров, бытовых устройств. Без энергоресурсов остановится любое производство, не сможет прийти в движение ни один вид транспорта.

Экономический рост и увеличение численности населения – два основных фактора, которые определяют рост энергопотребления на Земле. Согласно прогнозам, прирост мирового валового продукта ожидается в среднем около 3% в год, прирост объема энергопотребления – 2% в год. Численность населения также возрастет существенно, но интенсивность ее роста составит меньше половины от интенсивности экономического роста. Это позволяет ожидать существенного улучшения благосостояния отдельных людей. Но как уровень потребления энергии на человека, так и его качественный состав по видам энергии зависит от экономического развития стран и персональных доходов отдельных людей.

Энергопроизводство и энергопотребление – два неразрывно связанных полюса современной экономики, определяемые ее структурой, национальными историей и особенностями, ее социальной направленностью в различных странах. В то же время, они определяют возможности и пропорции ее дальнейшего развития и, в конечном счете, место данного государства в современном мире, уровень жизни и благосостояние его граждан.

Развитие энергопроизводства для удовлетворения потребностей народонаселения планеты в энергии связано с проблемами экологии. Объекты энергетики дают до трети всех выбросов в окружающую среду окислов азота и серы. Сжигание топлива переводит природный кислород в углекислый газ, угрожая Земле парниковым эффектом, а атомные станции в случае аварий – радиоактивным заражением.

В обозримой перспективе не ожидается кардинальных изменений в способах получения и преобразования энергии. Рост энергопотребления в основном будет удовлетворяться за счет традиционных энергоисточников: электростанций, котельных установок, двигателей внутреннего сгорания, реактивных двигателей и т. п. По-прежнему будет

сжигаться органическое топливо: нефть, газ, уголь, древесина, – использоваться ядерное топливо. Поэтому экология предъявляет жесткие требования к темпам развития традиционной энергетики.

В этих условиях единственный путь развития человечества – гармоничное сочетание его экологических и материальных потребностей, стремления сохранить окружающую среду для будущих поколений и желания получить сегодня все блага промышленной цивилизации. Основа такой гармонии – рациональное энергообеспечение общественно-го развития на основе сопоставления принятых обществом показателей качества жизни и экономико-экологических издержек, неизбежных при достижении этих показателей.

Таким образом, рациональное энергоиспользование, энергосбережение – забота всего человечества, процесс, требующий сотрудничества, согласованных действий всех стран и народов.

Принимая во внимание международное значение энергосбережения, следует подчеркнуть его значение для стабильного социально-экономического развития, для обеспечения энергонезависимости и энергобезопасности отдельных стран.

Республика Беларусь относится к числу государств, которые недостаточно обеспечены собственными топливно-энергетическими ресурсами, вынуждена импортировать 85% потребляемых энергоресурсов. Так что потенциал энергосбережения, оцениваемый в 30–40%, является важнейшим резервом, существенным источником энергии в топливно-энергетическом балансе экономики страны. Кроме того, внедрение энергоэффективных технологий, энергосберегающего оборудования позволит резко поднять качество выпускаемой продукции, снизит энергетическую составляющую в ее себестоимости, будет способствовать конкурентоспособности белорусской продукции на мировом рынке. По сути, энергосбережение – одно из кардинальных условий становления Беларуси как независимого индустриально и аграрно развитого государства.

В Беларуси принят Закон «Об энергосбережении», разработана и внедряется система республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережения. Проводится целенаправленная государственная политика по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, решению организационных, технических, экономических, нормативно-правовых проблем по приоритетным направ-

лениям энергосбережения. Координация всей этой деятельности, ее идейное, организационное, методическое обеспечение, контроль осуществляются Государственным комитетом по энергосбережению и энергетическому надзору (Госкомэнергосбережение) во главе с его председателем **Л. А. ДУБОВИКОМ**, который инициировал и организовал комплексный межотраслевой подход к энергосбережению в республике.

Проблема энергосбережения – межотраслевая, так как требует решения целого комплекса межотраслевых задач. Реструктуризация экономики в целом, ее отдельных отраслей, выявление и реализация энергосберегающего потенциала в каждой отрасли, на каждом предприятии, переориентация психологии потребителей на эффективное пользование энергоресурсами, проектирование технологических процессов и производственных систем с учетом энергосберегающих требований и норм, внедрение энергосберегающих технологий и оборудования, оптимизация режимов их эксплуатации, создание автоматизированных систем учета, контроля и регулирования энергопотоков невозможны без квалифицированного научно-инженерного обеспечения.

По инициативе Госкомэнергосбережения для успешной реализации энергосбережения как приоритетного направления государственной экономической политики в республике создается система многоуровневого образования по проблемам рационального энергоиспользования. Дисциплина «Основы энергосбережения» введена в учебные планы подготовки менеджеров и инженеров всех специальностей. Открыта подготовка специалистов – инженеров-менеджеров по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». Поставлена задача качественно нового уровня образования инженерного корпуса в области энергосбережения с учетом сегодняшних задач государства, отечественного и зарубежного опыта, современных тенденций мирового развития.

Настоящая книга – одна из первых в числе необходимых для решения этой задачи.

Цель книги – связать основы энергосбережения как общетехническую дисциплину с их практическим применением в работе инженера и менеджера, дать конкретный аппарат для принятия и внедрения энергоэффективных решений. Важно сформировать у будущих специалистов глубокое многогранное понимание энергосбережения как процесса, как

сложной межотраслевой системы, его места в становлении и развитии государства.

Задача инженера любой специальности, менеджера – обеспечить реализацию государственной политики энергосбережения, для этого в процессе обучения необходимо овладеть особым мышлением для выявления энергосберегающего потенциала в соответствующей отрасли экономики, овладеть способностью творческого поиска энергоэффективных решений, методами и механизмами их внедрения, создания психологической настроенности на энергосбережение в руководимом им коллективе. Другими словами, современные специалисты должны планировать, организовывать, мотивировать и контролировать внедрение энергосберегающих технологий и мероприятий, т.е. владеть элементами энергетического менеджмента.

Данный курс разрабатывался автором на протяжении ряда лет и является результатом обобщения передового отечественного и зарубежного опыта, а также оригинального материала самой автора и ее аспирантов. Автор благодарен аппарату Госкомэнергосбережения за предоставленные материалы и консультации, прежде всего заместителю председателя Комитета **А. А. САВАНОВИЧУ**, своим коллегам из Белорусской государственной политехнической академии, профессору Высшей технической школы Франции «Ecole des Mines de Paris» **Mr. J. ADNOT** и профессору университета «PARIS-7» **M. J. ARDITI** за плодотворные обсуждения и обмен мнениями. Автор благодарит заместителя председателя Госкомэнергосбережения **В. Г. ФЕДОСЕЕВА** и директора НИГП БелТЭИ к. т. н. **Ф. И. МОЛОЧКО** за внимательное чтение книги и замечания, способствовавшие ее улучшению, директора ГП БелВИЭЦ к. т. н. **В. В. КУЗЬМИЧА** за научное редактирование книги и полезные советы, а также директора РОЦ БГПА профессора **Е. П. САПЕЛКИНА** за консультации по вопросам общего менеджмента.

Теоретические основы энергосбережения рассматриваются в книге только в той мере, в какой они нужны для понимания экономических инструментов и технических решений. Автор стремилась к простому и наглядному изложению материала, ориентируясь на объем знаний студентов 2-го года обучения в соответствии с действующими учебными планами и программами в вузах Республики Беларусь. В этом отношении помог опыт преподавания автором курса «Основы энергосбереже-

ния» студентам специальности Т 22.01 БГПА, учтены особенности восприятия и усвоения ими материала, а также многолетний опыт консультирования студентов энергетических специальностей по дипломным проектам. Каждая глава книги начинается краткой постановкой целей перед читателем и заканчивается резюме, контрольными вопросами и заданиями, которые могут использоваться для самопроверки и более глубокого, осознанного владения приобретенными знаниями.

Начало XXI века – рубеж, определяющий стратегические изменения в мировой энергетической ситуации: происходит передел сфер влияния в мировой экономике, появляются новые рынки (интенсивно развивающиеся индустриальные государства, в том числе страны СНГ, энергетические пулы, киберрынки) и новые их участники (компании, специализирующиеся на торговле энергией, компании по энергетическому сервису и т. п.), формируется принципиально новая рыночная среда (либерализация промышленности, жесткая конкуренция энергопроизводителей, разнообразие видов энергоносителей, возможности выбора энергопроизводителя энергопотребителями, жесткие экологические условия), распространяются определяющие технический прогресс инновационные технологии (модульные маломасштабные технологии, коммуникативный интерфейс потребителя, силовая электроника, газовые микротурбины и т. д.).

Для активного участия государства в этом мировом процессе, органического сосуществования в нем, успешного бизнеса необходимо владеть современным экономическим мышлением, современной системой взглядов на энергетическую ситуацию в мире и изучить ключевые факторы успеха. Именно с этих позиций активного участия будущих белорусских инженеров и менеджеров в деловом мире исходила автор при подготовке и написании настоящей книги. В то же время, мы старались бережно относиться к отечественному опыту в области энергетики и энергосбережения и основывались на известных многочисленных трудах советских и белорусских ученых и инженеров в этой области.

Осознавая чрезвычайное многообразие и сложность затронутых проблем, постоянное их развитие, автор будет весьма благодарна за все конструктивные замечания и пожелания для улучшения данной книги.

ГЛАВА 1.

ЧТО ТАКОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ? ИСТОРИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ
КАК ЧАСТЬ ОБЩЕГО МЕНЕДЖМЕНТА:**
планирование, организация, мотивация,
контроль оптимального использования энергии

**ИСТОРИЯ ЭНЕРГОИСПОЛЬЗОВАНИЯ
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**ГЛОБАЛЬНАЯ ЗАДАЧА
УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКОЙ:**
энергосбережение во всех элементах
жизнедеятельности человеческого общества

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

- 1. Дать определение энергетического менеджмента, объяснить его цели и функции специалиста по энергоменеджменту.*
- 2. Проследить, какие источники, способы преобразования и виды энергии использовало человечество на отдельных этапах исторического развития.*
- 3. Понять и объяснить связь между развитием человеческой цивилизации и потреблением энергии.*
- 4. Определить содержание задачи управления энергетикой с позиций дальнейшего развития человеческого общества и показать значение энергосбережения в ее решении.*

1.1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАК ЧАСТЬ ОБЩЕГО МЕНЕДЖМЕНТА

Согласно классическому определению, **управление** (управленческая деятельность, менеджмент) – это процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимый для того, чтобы сформулировать и достичь целей управляемой организации [1]. Основная цель менеджмента называется миссией менеджмента, другие цели выступают в качестве подцелей. Отметим также, что под организацией здесь и далее, как это принято в менеджменте, понимается любое объединение людей для единой экономико-хозяйственной деятельности: международные объединения, государства, предприятия, фирмы, учреждения и т.д. **Менеджеры** (люди, занимающиеся управленческим трудом) занимают должности руководителей организационных подразделений и выполняют управленческие функции (по Минцбергу – 10 ролей; Henry Mintzberg. The Nature of Managerial Work, 1973), классифицируемые на три категории: межличностные роли, информационные и роли по принятию решений.

Условием цивилизации человечества всегда было и остается использование энергии. **Отрасль теоретических и прикладных знаний об использовании энергии называется энергетикой. Под использованием энергии понимается производство, преобразование, транспорт, распределение и применение энергии.**

В процессе развития человечеству требуется все большее количество энергии. Однако запасы традиционных видов энергоресурсов ограничены, причем с течением времени степень ограничения возрастает. Пагубность влияния их использования на окружающую среду как среду обитания человечества становится все значительней. Во всем мире экологическим последствиям увеличения энергопотребления уделяется все больше и больше внимания. Организация рационального энергопотребления с минимальным экологическим влиянием при рачительном экономном использовании первичных энергоресурсов и разумно достаточном удовлетворении технологических и бытовых потребностей во всех видах и формах энергии становится общей заботой человечества.

Таким образом, выявляется **важнейшая проблема – проблема энергообеспечения и рационального энергопотребления, решение которой есть непрерывный динамический процесс, требующий согласованных одновременных действий всех государств, организаций и отдельных людей и включающий как технические, так и социально-экономические аспекты. Решение этой проблемы составляет основную суть и цель энергетического менеджмента – новой отрасли знаний и опыта человека, бурное формирование которой мы сегодня наблюдаем. Эта отрасль аккумулирует многовековой опыт и прогресс человечества по использованию энергии и достижения современного менеджмента как сформировавшейся системы теоретических знаний, практических методов и инструментария управления. Зародившись в индустриально развитых странах Западной Европы, в Японии, США в 60–70-х гг. как результат преодоления энергетического кризиса, активно развивающаяся сегодня в бывших социалистических странах для новых социально-экономических условий, новая самостоятельная система – синтез гуманитарных и технических знаний и опыта – энергетический менеджмент формируется на стыке менеджмента и технологий. Причем, поскольку энергопотребление – техническая основа любого технологического процесса, то следует иметь в виду технические знания и опыт, аккумулированный во всех отраслях экономики.**

Итак, энергетический менеджмент – методологическая наука с практическим инструментарием для осуществления процесса управления использованием энергии, т. е. планирования, организации (внедрения), мотивации, контроля оптимального использования всех видов и форм энергии при целесообразном удовлетворении потребностей человека (организации) и минимальном отрицательном влиянии на окружающую среду.

В определении энергетического менеджмента обнаруживаются все элементы процесса управления: планирование, организация, мотивация, контроль, – присутствующие в определении общего менеджмента и формулируется цель энергетического менеджмента, которая является подцелью миссии общего менеджмента, – удовлетворение потребностей организации в энергии при минимуме отрицательного влияния на окружающую среду. Следовательно, энергетический менеджмент следует

рассматривать как составную часть, как обязательный элемент менеджмента, что показано на схеме рисунка 1.1.

Методы и результаты энергомэнэджмента как прикладной науки необходимы для успешного функционирования любой организации, начиная от международных образований, государств и кончая ссмьей, любой отрасли экономики. Энергетический менеджмент осуществляется на всех вертикальных и горизонтальных уровнях управления организаций.

Специалист по энергетическому менеджменту – человек, выполняющий управленческие функции для достижения целей энергетического менеджмента как подцелей миссии менеджмента в данной организации. Чтобы организовать эффективное и щадящее по отношению к окружающей среде потребление энергии, нужны систематические и основательные знания для тринединых действий в области **технологии, организации и поведения.**

Специалисты по энергетическому менеджменту должны обладать определенным мировоззрением и широким спектром социальных, психологических, экономических и технических знаний. Эти специалисты необходимы на всех уровнях управления во всех организациях.

В странах Европейского Союза, в США, Японии уже сложилась кадровая структура энергетического менеджмента, определились функциональные обязанности и права при достаточно высоком уровне энергомэнэджмента и его специфике в каждой стране и организации. Анализ опыта этих стран показывает, что без государственных политики и программ энергосбережения, без создания системы энергетического менеджмента невозможно преодолеть экономический кризис и достичь стабильного социального и экономического развития. Активно развивается энергетический менеджмент в нашей республике и других странах СНГ. Образование Государственного комитета по энергосбережению и энергонадзору в 1993 году, возглавляющего и координирующего работу по энергосбережению в республике, принятие Государственной программы «Энергосбережение» в 1995 году и Закона об энергосбережении в 1998 году – узловые, важнейшие элементы системы энергомэнэджмента. Активная организационная и практическая работа по реализации принятых концепций и программ, внедрение энергоэффективных технологий вывели Республику Беларусь на передовые позиции в области энергосбережения среди других стран



Рис. 1.1. Соотношение понятий «менеджмент – энергетический менеджмент – энергосбережение».

СНГ. Причем энергоэффективные технологии понимаются в широком смысле – как практический инструментарий процесса управления эффективным использованием энергии, т. е. совокупность методик и средств в области организации, технологии (технические решения конструкций и производственных процессов) и поведения.

Энергетический менеджмент, являясь частью общего менеджмента, повторяет его иерархические структуры. Следует различать **энергоменеджмент макроуровня: на международном уровне, в стране, области, городе, в отрасли экономики и т. п.** – и **энергоменеджмент микроуровня: внутри предприятия, учреждения, фирмы, в семье.**

Цели энергетического менеджмента различны по своему содержанию для организаций разных иерархических уровней:

– **на межгосударственном уровне** – сохранение и рациональное использование мировых запасов энергетических ресурсов, поиск новых источников и форм энергии, поддержание и сохранение окружающей среды (Sustainable Development) для следующих поколений;

– **на государственном (национальном) уровне** – энергетическая независимость и безопасность, а также для стран СНГ – переход от энергозатратной к энергоэффективной экономике;

– **на отраслевом уровне** (энергетика, строительство и т.д.) – энергоэффективное и экологически безопасное функционирование отрасли в рамках национальной экономики;

– **на уровне области, города** – минимум затрат энергоресурсов для обеспечения рациональных комфортных инфраструктур, качества жизни населения при соблюдении экологических норм;

– **на уровне отдельной фирмы, предприятия** – достижение минимальной энергетической составляющей в себестоимости продукции и обеспечение конкурентоспособности продукции по энергетическим и экологическим характеристикам на внутреннем и мировом рынках;

– **на уровне семьи** – минимальный счет за потребление энергии при обеспечении комфортных условий жизни.

На каждом из этих уровней предусматриваются свои концепция и технология (методики, средства, способы) энергосбережения.

1.2. ИСТОРИЯ ЭНЕРГОИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

История энергетики насчитывает тысячелетия. На каждом новом этапе исторического развития усложнение хозяйственной деятельности человека неизбежно приводило к нехватке энергии, к противоречию между желаемым и возможным. Для преодоления противоречия необходимо было находить новые источники сил и энергии. **Проблема энергии – одна из важнейших глобальных проблем, в решении которой заинтересованы все народы, все страны мира.**

Первый в истории человечества энергетический кризис разразился во II тысячелетии до нашей эры. Тогда единственными источниками энергии были собственная сила человека и сила животных. Выход из этого кризиса был найден в использовании мускульной силы рабов. Развивались ремесла, техника: появились приспособления для увеличения «силовых» возможностей человека – блоки, рычаги, катки и т. п.

Встречались в те давние времена и с энергетическими проблемами, похожими на современные. Исследования археологов в древнем горно-промышленном и металлургическом центре Востока – Древнем Египте установили, что выплавка меди там внезапно прекратилась примерно за 1000 лет до нашей эры. Хотя до этого в течение 1000 лет не менее 1000 печей плавил металл, причем в качестве топлива использовали древесный уголь из стволов пальм, там произраставших. Когда пальмовые леса близ месторождения были вырублены, топлива стало не хватать – «локальный энергетический кризис» привел к прекращению производства металла.

С крахом рабовладельческого строя кончилась эпоха «живой энергетики», и человечество должно было искать новые источники энергии. Прежде всего, люди обратили свои поиски к источникам, которые всегда были перед их глазами – к текущей воде и к ветру. Парусные суда, водяные колеса, мельницы, ветряные мельницы нашли применение уже в Древней Греции и в период Римской империи. Новый, феодальный строй вызвал к жизни и новую технику, основными энергетическими источниками становятся сила воды и ветра, более продуктивно используется сила животных, меняется энергетическая база производства: для

приведения в движение самых разнообразных станков и механизмов широко используются водяные колеса. К середине XVIII в. водяные колеса распространились по всей Европе, вокруг них строятся фабрики, возникают города. Развивающаяся промышленность (ткацкая, металлургическая, горное дело, металлообрабатывающая) требовала все больше и больше энергии. В поисках возможных источников энергии люди настойчиво пытались создать машины, которые работали бы сами по себе, – вечные двигатели. Навязчивая идея не умерла и до настоящего времени, хотя и развенчана наукой.

Великим изобретением, предоставившим человечеству необходимую энергию и возможность дальнейшего прогресса, стало изобретение паровой машины и ее распространение в XVIII в. Здесь нельзя не отметить заслуги нашего соотечественника – И. И. Ползунова. С изобретением паровой машины человек научился превращать в движение, в работу теплоту, запасенную в угле, дереве, торфе. Однако серьезные недостатки паровых машин: низкий коэффициент полезного действия, большие размеры машины, необходимость подвоза топлива, сложный привод станков (передача движения от машины к станкам), большое количество выделяемой сажи – требовали искать другие, новые источники энергии, новые способы ее получения и преобразования.

Наступает век электричества. Открытие вольтовой дуги, электрического освещения русским электротехником В. В. Петровым положило начало практическому использованию электричества. В 1831 г. Майкл Фарадей изобрел электрогенератор, а за 10 лет до этого – электродвигатель. Электрические машины совершенствовались. Резкий рывок в их развитии – изобретение русским ученым М. О. Доливо-Добровольским нового типа машины – трехфазного асинхронного двигателя, работающего на переменном токе.

В начале – середине XX в. электрификация стала основным фактором увеличения производительности труда и условием повышения уровня благосостояния народа. В эти годы в Советском Союзе были построены крупнейшие в мире тепловые, атомные, гидравлические электростанции, сооружены линии передачи электрической энергии высокого и сверхвысокого напряжения, созданы мощные энергосистемы, разработаны новые способы производства (управляемая термоядерная реакция, магнитогидродинамический генератор, сверхпроводниковые

турбогенераторы и т. д.), преобразования и передачи электроэнергии. Были созданы также мощные системы нефте- и газоснабжения. Электроэнергетика и энергетика в целом в СССР занимали передовые позиции в мире и долгое время обеспечивали стабильность его экономики. Однако недостатки социалистического хозяйствования, несмотря на ряд достоинств, отразились на структуре и способах развития топливно-энергетического комплекса. Гигантомания, высокая металло- и энергоемкость, чрезмерная централизация, директивность и авторитарность в развитии энергетики, игнорирование законов рыночной экономики неизбежно привели в 90-ые гг. к неудовлетворительным энергетическим показателям и неэнергоэффективности экономики в целом на фоне уже преодолевших энергетический кризис США, Японии, стран Западной Европы, к физическому и моральному старению энергетического оборудования, к отсутствию инвестиций на его обновление.

После распада СССР новые независимые государства СНГ оказались в условиях жестокого экономического и, как следствие, энергетического кризиса. Работавшие в рамках уникальной Единой Энергетической Системы региональные энергосистемы вынуждены были адаптироваться к новым экономическим и техническим условиям функционирования.

1.3. ГЛОБАЛЬНАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКОЙ

Развитие человеческого общества, его успехи на пути цивилизации и прогресса прямо связаны с повышением производительности труда и улучшением материальных условий жизни людей. Необходимое условие научно-технического и социального прогресса состоит в увеличении количества потребляемой энергии и освоении новых, более эффективных ее видов. Энергетические проблемы возникали, как выше показано, на всех стадиях человеческого общества, и всякий раз усилия ученых, инженеров, изобретателей помогали решать эти проблемы.

Процесс потребления энергии на нашей планете исторически протекал крайне неравномерно. Ориентировочное представление о нем может дать рис. 1.2, на котором показано изменение расхода энергии челове-

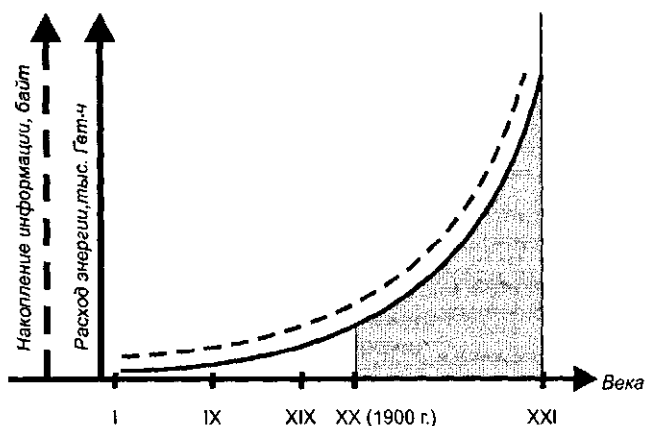


Рис. 1.2. Динамика потребления энергии на Земле и развития цивилизации человечества.

ством во времени. Кривая указывает на резкое возрастание потребления энергии начиная с XX в. Человечество за всю историю своего существования израсходовало около 900–950 тыс. ТВт·ч энергии всех видов, причём почти 2/3 этого количества приходится на последние 40–50 лет.

Характерна также неравномерность в потреблении энергии различными странами и на душу населения. В доисторическую эпоху каждый человек, использовавший свою мускульную силу и энергию впервые зажженного костра, тратил примерно одинаковое количество энергии. Приблизительно можно считать ее распределение в те далекие времена равномерным – 1:1; в настоящее время неравномерность потребления энергии на душу населения стала огромна: для различных стран она выражается отношением 1:40. Неравномерность в потреблении электроэнергии еще больше. Так, на одного жителя в 1996 году приходилось:

- в Норвегии – $21,35 \cdot 10^3$ МВт·ч;
- в США – $10,5 \cdot 10^3$ – $11,5 \cdot 10^3$ МВт·ч;
- в странах ЕС – $4,7 \cdot 10^3$ – $4,8 \cdot 10^3$ МВт·ч;
- в России – в 1990 г. – $5,9 \cdot 10^3$ МВт·ч; в 1993 г. – $4,7 \cdot 10^3$ МВт·ч;
- в Беларуси – в 1990 г. – $4,0 \cdot 10^3$ МВт·ч; в 1993 г. – $2,8 \cdot 10^3$ МВт·ч;
- в Индии – $0,18 \cdot 10^3$ МВт·ч;
- в Бурунди (Африка) – $0,011 \cdot 10^3$ МВт·ч.

Увеличение расходуемой энергии связано с развитием цивилизации, расширением, углублением знаний человека об окружающем мире. Объем знаний со временем увеличивается по мере того, как развивается культура – искусство, науки и т.д. Обеспечение энергией – это необходимая основа для того, чтобы человек мог творчески создавать новую технику, заниматься науками, искусством, литературой – всем тем, что обобщенно называется культурой. Приблизительно знания, отражающие уровень развития цивилизации, можно оценить количеством накопленной информации, измеряемой условной единицей – байтом. Потребление энергии и накопление информации имеют примерно одинаковый характер изменения во времени, как это видно из рис. 1.2, где штриховой линией изображена зависимость накопления человечеством информации, отражающего уровень развития его цивилизации, во времени [3]. Очевидно, что **рост потребления энергии человечеством и развитие его цивилизации – исторически взаимосвязанные и взаимообусловленные процессы.**

Большую тревогу вызывает загрязнение атмосферы, вызванное эксплуатацией энергетических установок, изменение ее газового состава, обусловленное сжиганием больших количеств органического топлива, загрязнение мирового океана, истребление лесов, затопление суши при сооружении ГЭС, тепловое загрязнение водоемов ТЭС, потенциальная радиационная опасность АЭС, общее изменение теплового баланса планеты. Поэтому **планирование, проектирование энергетических систем и объектов, их развитие и эксплуатация должны осуществляться с учетом влияния на окружающую среду.** Необходимо учитывать теснейшее взаимодействие искусственных энергетических систем, создаваемых человеком, с естественными системами природы. В современных условиях при оценке возможных сценариев развития энергетики влияние на окружающую среду из ряда ограничений переходит в число основных критериев выбора среди технически и экономически осуществимых вариантов развития. **Требуется выполнять систематический анализ экологических последствий сценариев развития энергосистем, энергоиспользования на транспорте, энергоемких производств с учетом полного цикла оборота энергоносителей – от добычи, транспортировки до утилизации отходов.** Сегодня разработаны методики такого анализа с количественной оценкой в натураль-

ных и денежных единицах как постоянного влияния на окружающую среду, так и результатов чрезвычайных процессов и аварий. При расчетах экологического риска выполняется учет динамики влияния во времени, по расстоянию, направлениям, по социально-экономическим и демографическим условиям.

Рассмотренные **глобальные энергетические проблемы**, решение которых – условие сохранения и дальнейшего развития человеческой цивилизации, **требуют, с одной стороны, поиска и разработки новых эффективных и экологически чистых источников энергии**, с другой – **организации оптимального управления развитием и эксплуатацией существующих энергопроизводящих, энергопреобразующих и энергопотребляющих систем.**

Управление энергетикой должно осуществляться как с учетом влияния ее на биосферу, так и с учетом ее **социальных функций** (воздействия на благосостояние, культуру и т. п.), потребностей в энергии промышленности, транспорта и других отраслей экономики. В этой связи кардинальным направлением энергетической политики практически во всех странах мира становится политика энергосбережения, которая по своей сути объединяет оба указанные направления решения энергетических проблем. Тогда **существо глобальной задачи управления энергетикой можно определить как осуществление энергосбережения во всех элементах жизнедеятельности человеческого общества.** Что же такое энергосбережение?

Энергосбережение – это процесс, в ходе которого сокращается потребность в энергоресурсах и энергоносителях в расчете на единицу конечного полезного эффекта от их применения.

При производстве материальных благ и услуг потребляется только та часть энергии, которая способна совершать работу. Поэтому энергосбережение сводится не только к сбережению энергии, но и к обеспечению условий для максимально эффективного ее использования. Проблема энергосбережения является ключевой для решения долгосрочных задач развития энергетики. От ее решения зависят пропорции распределения материальных благ и трудовых ресурсов, а следовательно, темпы роста благосостояния народа и состояние природной среды.

Прогнозные оценки масштабов энергопотребления существенно сократились. Если в конце 70-х гг. считалось, что в 2000 г. человечество

будет потреблять около 30 млрд. т.у.т., то современные оценки практически вдвое снизили ее величину. В связи с этим были пересмотрены взгляды на интенсивность перестройки структуры мирового энергобаланса и балансов многих стран. **Основной вклад в решение энергетической проблемы внесло не наращивание производства первичных энергоресурсов, не расширение номенклатуры источников энергии, а сбережение энергии.** Вложение средств в энергосбережение стало полноправной альтернативой строительству новых шахт, электростанций, бурению новых эксплуатационных скважин. И хотя в будущем, включая и середину XXI в., органические виды топлива по-прежнему будут доминирующей слагаемой энергобаланса, проблема энергообеспеченности не потеряла своей актуальности. Но благодаря использованию энергосбережения как источника энергии она уже не выглядит столь угрожающей. Успехи в энергосбережении сильно повлияли и на уровень цен на энергоресурсы, обеспечив условия для их снижения. Одной из движущих сил энергосбережения является также экологический фактор.

Энергосбережение и его эффективность зависит как от энергетиков, так и от всего спектра потребителей энергии и на производстве, и в быту. **Энергосбережение имеет межотраслевой характер и требует межотраслевой структуры системы управления ею.** Только общие усилия всех – от руководителей государства и крупнейших промышленных комплексов до отдельных людей и домохозяек позволят успешно решать задачи энергосбережения. Для объединения и координации всех усилий по их решению разрабатываются политика и программы энергосбережения на государственном уровне.

Одна из важнейших задач энергетического менеджмента для реализации энергосберегающей политики заключается в изменении психологии отношения населения к энергии. Нужно создать новый стереотип мышления в обращении с этим ценным природным ресурсом.

Важной составляющей энергосберегающей политики является также ее техническая часть, которая состоит не просто в бережном расходовании энергии и топлива, а в **пересмотре технологического базиса генерирования, распределения и использования энергии в процессах производства с позиций более рационального применения энергии, труда, основных фондов сырья и материалов.**

РЕЗЮМЕ

- 1. Управление энергообеспечением и энергопотреблением при целесообразном удовлетворении потребностей человека (организации) и минимальном негативном влиянии на окружающую среду – суть энергетического менеджмента.*
- 2. Задачи энергоменеджмента – энергосбережение, оптимальное развитие, эксплуатация производящих, преобразующих, потребляющих энергию систем, поиск новых эффективных экологически чистых источников энергии, систематический анализ и компенсация экологических последствий энергоиспользования с учетом полного цикла оборота энергоносителей от добычи, транспортировки до утилизации отходов.*
- 3. Энергосбережение – это процесс сокращения потребности в энергоресурсах и энергоносителях в расчете на единицу конечного полезного эффекта их применения. Государственная энергосберегающая политика, Закон «Об энергосбережении», программа «Энергосбережение», Государственный комитет по энергосбережению и энергонадзору – узловые элементы системы энергоменеджмента.*
- 4. Энергосбережение имеет многоуровневый, межотраслевой характер, требует межотраслевой структуры системы управления. Условия реализации энергосберегающей политики – пересмотр технологического базиса генерирования, распределения и использования энергии в процессах производства, изменение психологии отношения населения к энергии как ценному природному ресурсу.*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое энергетический менеджмент и что такое энергосбережение? Поясните, как соотносятся эти понятия.
2. Кратко назовите основные этапы в истории использования энергии человеком, укажите их значение.
3. Какая связь между развитием цивилизации человечества и энергопотреблением? Объясните характер их изменения во времени и укажите тенденции.
4. Каково соотношение менеджмента и энергетического менеджмента? Зачем инженеру (менеджеру) знать основы энергетического менеджмента и энергосбережения?
5. Назовите и объясните цели и основные задачи энергетического менеджмента.
6. Что такое Государственная программа «Энергосбережение»? Каковы ее задачи и значение? Кто координирует ее выполнение? Какова роль инженеров (менеджеров) в реализации этой программы?
7. Какие Вы знаете или можете предложить способы сбережения энергии на различных иерархических уровнях системы энергоменеджмента (в стране; в институте, где учитесь; на предприятии, где проходили практику или работаете; у себя дома)?

ЛИТЕРАТУРА

1. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоурри Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: «Дело ЛТД», 1995. – 704 с.
2. Общий курс менеджмента в таблицах и графиках: Учебник для вузов/ Б.В. Прыкин, Л.В. Прыкина, Н.Д. Эриашвили, З.А. Усман. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 415 с.
3. Веников В.А., Путятин Е.В. Введение в специальность. – М.: Высшая школа, 1988.
4. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. /Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1978. – 379 с.

5. Веников В.А., Журавлев В.Г., Филиппова Т.А. Энергетика в современном мире. – М.: Знание, 1986. – 191 с.
6. Жимерин Д.Г. Энергетика: настоящее и будущее. – М.: Знание, 1978. – 192 с.
7. Канаев А.А. Энергетические машины настоящего и будущего. – Л.: Машиностроение, 1967. – 154 с.
8. Бабат Г.И. Электричество работает. – М.–Л.: Энергия, 1964. – 655 с.
9. Влияние энергетического фактора на экономическую безопасность регионов Российской Федерации / Богатырев Л.Л., Бушуев В.В., Куклин А.А., Мызин А.Л. и др. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1998. – 288 с.

ГЛАВА 2.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ИХ ПОТРЕБЛЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ:
первичные энергетические ресурсы (ЭР),
невозобновляемые и возобновляемые ЭР,
энергоёмкость топлива, условное топливо

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС:
СУТЬ И ПРИЧИНЫ**

**СТРУКТУРА МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ (ТЭР):**
энергосбережение – самостоятельный
экологически чистый источник энергии

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

- 1. Перечислить и дать характеристику невозобновляемым и возобновляемым энергоресурсам, сопоставить их по энергоёмкости.*
- 2. Объяснить, что энергетический кризис есть следствие политического и экономического кризисов, а его причина – нерациональная структура топливно-энергетической базы экономики.*
- 3. Назвать два основных фактора, влияющих на планирование национальной энергетики, и доказать, что энергосбережение можно и следует считать источником энергии.*

4. Рассказать о динамике структуры мирового потребления ТЭР и объяснить современные тенденции развития топливной базы энергетики в мире.

2.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Энергетические ресурсы – это материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком.

Энергия, непосредственно извлекаемая в природе, называется первичной, а носители первичной энергии называются первичными энергоресурсами.

На рис. 2.1 представлена классификация первичной энергии. Выделены традиционные виды энергии, во все времена широко использовавшиеся человеком, и нетрадиционные виды энергии, сравнительно мало использовавшиеся до последнего времени в силу отсутствия эко-

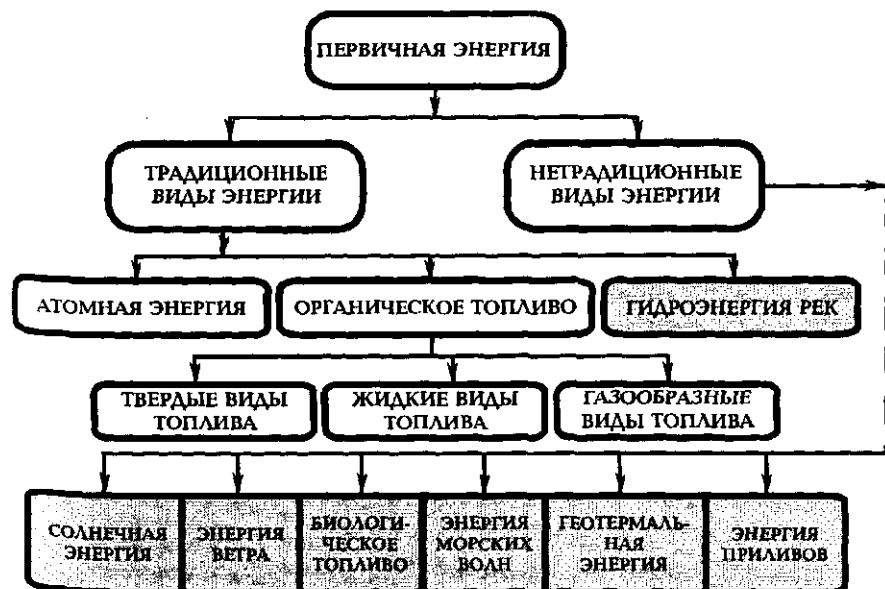


Рис. 2.1. Схема классификации первичной энергии.

номичных способов их промышленного преобразования, но особо актуальные сегодня ввиду их высокой экологичности.

Различают невозобновляемые и возобновляемые виды энергии и, соответственно, невозобновляемые и возобновляемые энергоресурсы. **Невозобновляемые энергоресурсы – это те, которые ранее были накоплены в природе и в новых геологических условиях практически не образуются**, например, уголь, нефть, природный газ. **Возобновляемые энергоресурсы – те, восстановление которых постоянно осуществляется в природе**, например, энергия ветра, биотопливо, энергия морских волн и т. д. На классификационной схеме рис. 2.1 невозобновляемые и возобновляемые виды энергии обозначены, соответственно, белыми и серыми прямоугольниками.

Особое значение среди всех видов энергоресурсов имеет энергия Солнца, для которой существует два толкования. С одной стороны, все виды энергоресурсов – результат естественных преобразований солнечной энергии. Это и химическая энергия, запасенная в органическом топливе: под действием солнечных лучей хлорофилл растений разлагает углекислоту, поглощаемую из воздуха, на кислород и углерод; последний накапливается в растениях. Уголь, природный газ, торф, сланцы и дрова – это запасы лучистой энергии Солнца, извлеченные хлорофиллом в виде химической энергии. Энергия воды также получается за счет солнечной энергии, испаряющей воду и поднимающей пар в высокие слои атмосферы. Энергия ветра, используемая в ветряных двигателях, возникает в результате различного нагревания солнцем земли в разных местах. С другой стороны, при более узком толковании под солнечной энергией имеют в виду непосредственно излучение Солнца на поверхность Земли. Солнце играет основную роль в тепловом балансе Земли. Мощность его излучения, приходящегося на Землю, во много раз больше мощности явлений природы и мощностей, получаемых и используемых человеком. На 1 км^2 поверхности Земли приходится средняя мощность излучения Солнца равная $17 \cdot 10^4 \text{ кВт}$ и средняя мощность использования первичных энергоресурсов равная примерно 19 кВт . Эти мощности значительно, почти в 10^4 раз различаются между собой. Однако суммарная мощность всех электростанций мира – $2 \cdot 10^9 \text{ кВт}$ – уже соизмерима с мощностью многих явлений природы. Так, средняя мощность воздушных течений на планете составляет $(25\text{--}35) \cdot 10^9 \text{ кВт}$. Такого же порядка средняя мощность урага-

пов – $(30-40) \cdot 10^9$ кВт. Суммарная мощность приливов равна $(2-5) \cdot 10^9$ кВт. Проводя сопоставление мощностей, следует учитывать, что кроме стационарных электростанций имеется большое число передвижных энергетических установок. Например, мощность всех действующих пассажирских самолетов на планете составляет не менее $0,15 \cdot 10^9$ кВт, что соизмеримо с мощностью всех электростанций стран СНГ.

Различные виды энергетических ресурсов обладают разным качеством, которое характеризуется энергоемкостью топлива. Удельной энергоемкостью называется количество энергии, приходящееся на единицу массы физического тела энергоресурса.

Для удобства сопоставления различных видов энергоресурсов и возможности расчетов расход всех видов топлива сравнивается с расходом так называемого условного топлива. За условное принято такое топливо, при сгорании 1 кг которого выделяется $29,3 \cdot 10^6$ Дж, или 7000 ккал энергии. В табл. 2.1 приведены значения удельной энергоёмкости для ряда энергетических ресурсов в сравнении с условным топливом.

Таблица 2.1.

Виды топлива	Условное топливо	Уголь антрацит	Дрова сухие	Нефть	Газ пропан	Водород
Уд. энерго-емкость, $\times 10^6$ Дж/кг	29,3	33,5	10,5	41,9	46,1	120,6
ккал/кг	7000	8000	2500	10000	11000	28800

Видно, что высокой энергоемкостью обладают газ и нефть, что во многом и определило их хищническое потребление. Быстрый рост потребления нефти как топлива в XIX–XX столетиях был обусловлен тремя основными причинами:

- развитием транспорта всех видов; для автомобильного и авиационного транспорта жидкое топливо пока незаменимо;
- значительно лучшими технико-экономическими показателями добычи, транспортировки и использования нефти по сравнению с твердым топливом;

- возможностью получать большие прибыли за счет эксплуатации нефтяных месторождений развивающихся стран.

Ограниченность природных запасов нефти и газа, их невоспроизводимость определяют недопустимость ориентировки на них как на энергетическое сырье; это ценнейшее сырье химической промышленности, которая, к сожалению, сегодня использует лишь 3–5% от добытых запасов.

Весьма перспективным видом топлива, обладающим в три раза большей удельной энергоемкостью по сравнению с нефтью, **является водород**, научно-экспериментальные работы по изысканию экономичных способов промышленного преобразования которого активно ведутся в настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом. Запасы водорода неистощимы и не связаны с каким-то регионом планеты. Водород в связанном состоянии содержится в молекулах воды H_2O . При его сжигании образуется вода, не загрязняющая окружающую среду. Водород удобно хранить, распределять по трубопроводам и транспортировать без больших затрат.

В настоящее время водород в основном получают из природного газа, в ближайшем будущем его можно будет получать в процессе газификации угля. Для получения химической энергии водорода используется также процесс электролиза. Последний способ имеет значительное преимущество, так как приводит к обогащению кислородом окружающей среды. Широкое применение водородного топлива может решить три актуальные проблемы:

- уменьшить потребление органического и ядерного топлива,
- удовлетворить возрастающие потребности в энергии,
- снизить загрязнение окружающей среды.

2.2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС: СУТЬ И ПРИЧИНЫ

В настоящее время ежегодно расходуемая всеми странами мира энергия, получаемая из всех доступных источников, составляет 0,1% от возможных для использования запасов угля, природного газа и нефти, вместе взятых. Но потребление энергетических ресурсов всех видов быстро растет. В конце XIX в. появились первые автомобили.

Их было несколько сот, и бензина им требовалось меньше сотни тонн в день. А сегодня только для легковых автомобилей нужен миллион тонн в сутки. Сколько же нужно добыть и переработать нефти! Чтобы добыть руду, выплавить металл, построить дом, сделать любую вещь, нужно затратить энергию.

Получить энергию, пригодную для использования, можно только за счет ее преобразования из других форм. Вечные двигатели невозможны. Четыре из каждых пяти произведенных сегодня киловатт-часов энергии получаются в принципе тем же способом, которым пользовался первобытный человек для согревания, то есть сжиганием топлива, использованием запасенной в нем химической энергии, которая затем преобразуется в электрическую энергию на современных тепловых электростанциях. Конечно, способы сжигания топлива стали намного совершеннее, но главное сохранилось: в топках тепловых электростанций уходит более 30% добываемого в мире топлива, и лишь около трети его идет на получение электроэнергии. Остальная, большая часть энергии, запасенной в топливе, безвозвратно теряется. Запасы органического топлива: нефти, газа и угля – наиболее популярных в современной энергетике, – весьма ограничены. Рано или поздно они будут исчерпаны. На какой срок их хватит? Чтобы ответить на этот вопрос, надо оценить, каковы ресурсы органического топлива на Земле.

Ресурсы органического топлива разделяются на общие – имеющиеся в недрах земли и извлекаемые – доступные для извлечения человеком. Практически невозможно добыть и использовать все 100% топлива, имеющегося в данном месторождении. Коэффициент извлечения, определяющий долю данного вида энергоресурсов, потенциально возможную в настоящее время к извлечению, к его общим запасам, зависит от следующих факторов:

- вида топлива,
- характера месторождения,
- развития техники добычи.

Приведем значения коэффициента извлечения для наиболее употребляемых первичных энергоресурсов: нефти – 0,3–0,4; природного газа – 0,5–0,8; угля – 0,25–0,5. Столь низкий коэффициент извлечения для угля объясняется особенностями залегания его пластов, которые могут быть весьма тонки, лежать глубоко под уровнем земли и быть слож-

ны для добычи. Специалисты оценивают имеющиеся извлекаемые ресурсы органического топлива Земли в 4000 млрд. тонн условного топлива (т. у. т.). Много это или мало?

В 1980 г. потребление всех видов энергетических ресурсов всеми странами мира составило примерно 4 млрд. т. у. т., т. е. 0,1% от возможных для использования органических энергоресурсов. Что касается прогноза на будущее, то эксперты полагают, что потребление всех видов энергетических ресурсов на Земле в 2000 г. составит около 8 млрд. т. у. т. Если принять эту цифру, то запасов только органического топлива человечеству хватило бы еще на 200—400 лет. При этом мы не учитываем атомную энергетику с ее запасами ядерного горючего, гидроэнергетические, а также возобновляемые источники энергии: Солнце, тепло глубинных слоев Земли и др.

В какой мере ресурсы ядерного горючего могут повлиять на обеспечение человечества энергией? Поскольку торий пока не нашел практического применения в энергетике, следует оценить только ресурсы урана. Уран широко распространен на Земле. Но концентрация его в граните и других породах, а также в морской воде очень невелика. Чем меньше содержание урана в руде, тем дороже его получать. Поэтому, оценивая ресурсы урана, выбирают допустимую цену за 1 кг природного металлического урана и ориентировочно рассчитывают, какое количество природного урана может быть добыто при этой цене. Расчеты специалистов США показывают, что ресурсы извлекаемого ядерного топлива очень велики. Если ограничить цену 1 кг добываемого природного урана \$200 и использовать реакторы на тепловых нейтронах, то ресурсы природного урана примерно равны извлекаемым ресурсам органического топлива: угля, нефти и газа вместе взятым. Если же принять максимально допустимую цену за 1 кг природного урана равной \$500 и считать, что будут использоваться реакторы на быстрых нейтронах, то извлекаемые ресурсы природного урана оказываются в 1000 раз больше извлекаемых запасов органического топлива.

Таким образом, ресурсы органического и ядерного топлива очень велики, и человечеству не придется столкнуться с энергетическим голодом. Тем более что наука непрерывно ищет и находит новые технические решения преобразования энергии. В чем же тогда причины возникновения и суть современных энергетических кризисов?

Энергетический кризис, как правило, – следствие экономического и политического кризисов в стране и вызван нерациональной структурой топливно-энергетической базы экономики. Это наглядно иллюстрируют энергетический кризис 70–80-х гг., охвативший высокоразвитые страны Западной Европы, США, Японию, и сегодняшний энергетический кризис, разразившийся в странах СНГ.

Органическое и ядерное топливо – невозобновляемые источники энергии. Но пока потребление энергии было не так уж велико, о невозобновляемости их особенно не вспоминали. В 70–80-х гг. потребление энергии стало соизмеримо с ресурсами органического топлива. Миллионы лет понадобилось природе, чтобы создать запасы нефти, газа, угля, расходуются же они несравненно быстрее.

Наиболее остро стоит вопрос с нефтью. Из-за нее вспыхивают войны, сменяются правительства. Быстрое развитие автомобильного транспорта и авиации, использующих в качестве топлива практически только продукты нефтепереработки (бензин, дизельное топливо, керосин), привело к большому увеличению потребления нефти. В 1970 г. доля нефти и газа в потреблении органического топлива поднялась почти до 70%, хотя в ресурсах органического топлива нефть и газ составляют менее 20%. Повышение мировых цен на нефть, неравномерность распределения ее запасов между странами мира подчеркивают неоправданность ее гиперпрофиранно высокого потребления по сравнению с другими источниками энергии. Международный картель, состоящий из 7 монополий, практически полностью контролировал добычу нефти в странах Арабского Востока и прочно захватил доминирующие позиции на рынках государств – потребителей нефти. Этот картель в целях извлечения максимальных прибылей тормозил работы по использованию других видов энергии. В связи с этим до 70-х гг. экономика стран Западной Европы, США, Японии была практически целиком ориентирована на потребление нефти и газа. Сокращалась добыча каменного угля, закрывались шахты, придерживалось развитие атомной энергетики. Однобокое развитие энергетических ресурсов на фоне межгосударственной конкуренции между монополиями привело к острому энергетическому кризису в этих странах, на долю которых приходилось 92% потребления энергии. Кризис резко ускорил инфляцию, резко снизил темпы развития промышленности и оставил без работы миллионы рабочих.

Каждая из стран искала свой путь выхода из кризиса, коренным образом изменяя структуру топливно-энергетической базы экономики путем переориентации ее на другие источники. Например, Франция создала систему мощных АЭС; Дания переориентировалась на собственный природный газ, каменный уголь, завозимый на огромных танкерах через океан, ветроэнергоресурсы.

Введем еще два важных понятия для дальнейшего обсуждения проблем энергетического менеджмента и энергосбережения: вторичные и конечные энергоресурсы.

Вторичными энергоресурсами называются энергоносители, полученные после промышленного преобразования первичных энергоресурсов. Например, электрическая и тепловая энергия, полученная в результате сжигания органического топлива на тепловых электростанциях, механическая энергия, полученная в двигателях внутреннего сгорания в результате сжигания бензина, и т. п.

Конечными энергоресурсами называются энергоресурсы, непосредственно потребляемые после их доставки конечными потребителями. Например, электрическая энергия в приводе станков и роботов на заводах, в бытовых и осветительных приборах в Ваших квартирах, тепловая энергия горячей воды для отопления и водопроводных систем производственных и жилых помещений и т. д. Понятно, что если потребление энергоресурса происходит в месте его добычи или преобразования, энергоносители конечной энергии совпадают с первичными или вторичными энергоресурсами. Это характерно, прежде всего, для автономных источников энергии (автотранспорт, летательные аппараты и т. д.).

2. 3. СТРУКТУРА МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ТЭР)

При планировании национальной энергетики необходимо учитывать, с одной стороны, мировые тенденции в потреблении топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), с другой – наличие собственных первичных энергоресурсов и особенности национальной экономики.

На рис. 2.2 представлена структура мирового потребления ТЭР в динамике с 1980 г. по 2020 г., дано предполагаемое развитие по прогнозам 80-х и по прогнозам 90-х гг.

Длительный период, до XIV в., основным энергоносителем, используемым человеком, была древесина. Позже начинают все больше использовать уголь, нефть, газ. В начале XX в. уголь стал составлять наибольшую долю от всех используемых человечеством энергетических ресурсов. К началу 70-х гг. XX в. доли потребления угля, нефти и газа выравниваются. В ряде стран уменьшается добыча угля. Нефть практически вытесняет уголь при производстве электроэнергии. На транспорте за счет нефти удовлетворяется свыше 90% мирового потребления. В 1970 г. доля нефти в структуре мирового потребления ТЭР составляла 46%, газа – 20%. Ситуация меняется после острого нефтяного кризиса 1973–74 гг. Индустриальные страны Запада, США, Япония активно переориентируют топливно-энергетическую базу своей национальной экономики на другие виды энергоресурсов и вводят политику эффективного использования энергии. В результате к 1980 г. доля нефти в мировом топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) снижается до 42%, газа – до 16%. Доля твердого органического топлива составляла 25%. Ядерная энергетика покрывала всего 2–3% мирового потребления, и 13–14% обеспечивалось за счет возобновляемых источников энергии.

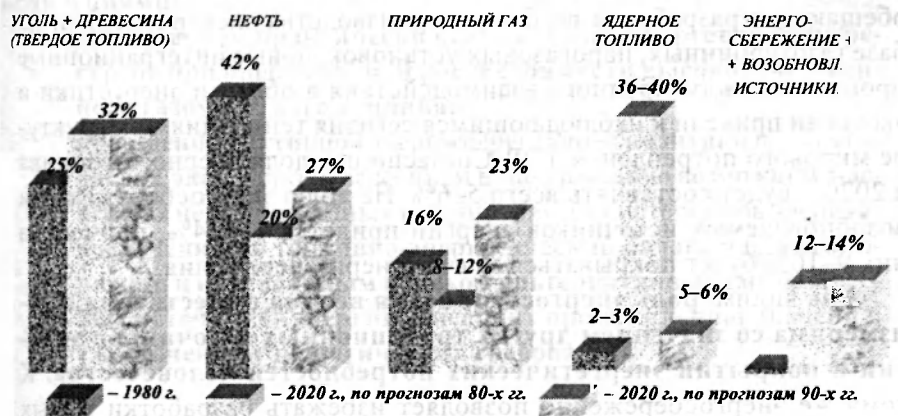


Рис.2.2. Структура мирового потребления ТЭР.

Прогнозы, сделанные в 80-х гг., обещали к 2020 г. дальнейшее быстрое уменьшение потребления нефти и газа – соответственно до 20% и 8–12%. Предполагалось, что это будет достигнуто благодаря росту потребления угля до 32%, значительному вовлечению в ТЭБ ядерного горючего – 36–40%, использованию возобновляемых источников энергии. Однако реальные тенденции изменений в структуре мирового топливно-энергетического баланса на 2020 г. оказались несколько иными. По прогнозам 90-х гг., доля твердого органического топлива, прежде всего угля, будет, как и предполагалось в 80-х гг., составлять 32%, а вот доля потребления нефти снизится на меньшую величину, чем ожидалось ранее, и будет составлять 27%. Доля газа даже увеличится по сравнению с уровнем 1980 г. и будет равна 23%. Такие изменения тенденций связаны в первую очередь с появлением определенного недоверия к атомной энергетике из-за катастрофических последствий аварии на Чернобыльской АЭС и ряде других неприятных эксцессов на атомных промышленных объектах. В настоящее время разрабатываются принципиально новая концепция безопасности больших производственных систем и соответствующие ей новые поколения ядерных реакторов и проектов АЭС повышенной безопасности. Тем не менее, психологическое недоверие значительной части населения к атомной энергетике, радиофобию преодолеть не так просто. Кроме того, успехи применения энергосберегающих мероприятий и технологий в 80–90-х гг., обещающие разработки в области производства электроэнергии на базе газотурбинных, парогазовых установок, новые интеграционные процессы международного взаимодействия в области энергетики и экологии привели к наблюдающимся сегодня тенденциям в структуре мирового потребления ТЭР. Согласно им, доля ядерного топлива к 2020 г. будет составлять всего 5–6%. На долю энергосбережения и возобновляемых источников энергии придется 12–14%, причем из них 9–10% будет покрываться за счет энергосбережения.

Как видим, **роль энергосбережения весьма существенна и измерима со значением других традиционных источников энергии в покрытии энергетических потребностей человечества.** К тому же энергосбережение позволяет избежать разработки новых угольных месторождений, бурения нефтяных скважин, ввода новых

теплоэнергетических, атомных установок и т.п., способствует совершенствованию промышленных технологий. Все это приводит к меньшему загрязнению окружающей среды. В этом смысле **энергосбережение и называют самостоятельным экологически чистым источником энергии.**

Отметим значение установок на возобновляемых источниках энергии – гидроэлектростанций, геотермальных установок, ветровых двигателей, установок, использующих энергию океана, тепло земных недр, энергию, заключенную в растениях. Их доля в мировом энергетическом балансе невелика, но доля эта очень важна: они обеспечивают энергией небольшие поселения и объекты в сельских и малонаселенных местностях, где невыгодно строить крупные электростанции или прокладывать линии электропередачи, нефте- и газопроводы.

Помимо устойчивых тенденций в мировом потреблении ТЭР, представленных на рис. 2.2, наблюдаются также временные колебания, например, цен на нефть, в том числе обусловленные политическими событиями. При прогнозировании и планировании национальной энергетики принимаются во внимание как основные тенденции развития мировой энергетики для выработки стратегических решений, так и колебания – для принятия тактических решений.

В обозримой перспективе развитие топливной базы энергетики во всем мире будет определяться следующими основными направлениями:

- удорожанием практически всех топливно-энергетических ресурсов при опережающем росте стоимости высококачественного газомазутного топлива;
- проведением активной энергосберегающей политики во всех отраслях экономики и освоением в максимально возможных масштабах нетрадиционных возобновляемых источников энергии;
- вовлечением в топливно-энергетический баланс ядерного горючего и интенсивным поиском альтернативных ему безопасных источников энергии, имеющих промышленное значение;
- ужесточением экологических требований.

РЕЗЮМЕ

- 1. Все виды энергоресурсов (ЭР) – результат естественных преобразований энергии Солнца. Различные виды ЭР обладают разным качеством, которое характеризуется энергоемкостью топлива. Перспективным видом топлива является водород.*
- 2. Ресурсы органического и ядерного топлива достаточно велики, наука занимается поиском новых технических решений преобразования энергии; человечеству не придется столкнуться с энергетическим голодом. Энергетические кризисы – следствие экономических и политических кризисов и связаны с нерациональной структурой топливно-энергетической базы экономики. Выход из кризиса – переориентация ее на другие источники энергии.*
- 3. При планировании национальной энергетики учитываются мировые тенденции в потреблении ТЭР, наличие собственных первичных энергоресурсов и особенности национальной экономики. Тенденции структуры потребления ТЭР в мире заключаются в активной энергосберегающей политике, освоении нетрадиционных возобновляемых источников энергии, поиске альтернативных ядерному топливу безопасных источников энергии, имеющих промышленное значение.*
- 4. Роль энергосбережения соизмерима со значением традиционных источников энергии в покрытии энергетических потребностей человечества: энергосбережение – самостоятельный экологически чистый источник энергии.*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое первичные энергоресурсы? Дайте их классификацию и укажите тенденции их использования.

2. Что такое энергоёмкость первичных энергоресурсов? Для чего введено понятие условного топлива?
3. Назовите виды первичных энергоресурсов, используемых экономикой Беларуси. Укажите имеющиеся в самой республике и импортируемые. Какие из них являются возобновляемыми? Укажите их относительную значимость для экономики страны.
4. Что такое вторичные энергоресурсы? Назовите их и укажите способы их получения.
5. В чем суть энергетического кризиса 70-х гг. в Западной Европе и 90-х гг. в странах СНГ? Какие Вы видите пути преодоления кризиса в Беларуси?
6. Что такое энергоэффективные технологии? Какие мотивы побудили потребителей энергии в Западной Европе к внедрению энергоэффективных технологий в период преодоления энергетического кризиса в 80–90-е годы?
7. Каковы основные тенденции развития мировой энергетики в отношении топливно-энергетического баланса?
8. Чем Вы можете объяснить интенсивное использование нефти в мировом энергодолансе и каковы перспективы ее использования в дальнейшем?
9. Почему энергосбережение можно считать источником энергии и какое место оно занимает в структуре мирового потребления ТЭР?
10. Поясните возможности и перспективы использования водорода в энергетике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стырикович М.А., Шпильрайн Э.Э. Энергетика: Проблемы и перспективы. – М.: Знание, 1986.
2. Кириллин В.А. Энергетика сегодня и завтра. – М.: Педагогика, 1983.
3. «Энергосбережение – не ограничение, а эффективное использование энергии»: Интервью с председателем Государственного комитета

- по энергосбережению и энергетическому надзору РБ Л.А. Дубовиком // Энергоэффективность. – 1998. N10. – С. 2–3.
4. Государственная программа Республики Беларусь «Энергосбережение»: Основные направления и первоочередные меры. – Минск: Комитет «Белэнергосбережение», 1995. – 52 с.
 5. European Commission. 1998 – Annual Energy Review. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1999. – 195 pp.
 6. Макаров А.А., Вольфберг Д.Б., Хрилев Л.С., Лихачев В.Л. Новая стратегия развития энергетики // Теплоэнергетика. – 1991. № 1. – С. 2–7.

ГЛАВА 3.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ:

производство НЭР и конечное потребление энергии –
концевые звенья (стадии) технологической цепи
энергообеспечения; потребление энергии
происходит во всех звеньях

ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ:
непрерывный устойчивый прирост мирового
потребления ТЭР в среднем на 1–2% в год

**ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ:**
энергопотребление на душу населения,
энергоёмкость экономики

**КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА:** энергетический менеджмент –
инструмент энергосбережения

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

- 1. Назвать основные стадии технологической цепи энергообеспечения, объяснить взаимосвязь между производством ПЭР и потреблением конечной энергии.*

2. *Дать оценку роста энергопотребления в связи с развитием мировой экономики и на основе энергоэкономических макропоказателей, рассмотреть пути обеспечения энергоэффективности экономики государств.*
3. *Рассказать об особенностях и направлениях развития энергетического сектора Республики Беларусь.*
4. *Определить структуру энергетического менеджмента в технологическом и функционально-территориальном разрезах, его функции и особенности для Беларуси.*

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В предыдущей главе были рассмотрены и сформулированы основные тенденции развития топливно-энергетической базы экономики мира. Эти тенденции формируются, прежде всего, под влиянием динамики потребления энергии. **Состояние и развитие производства первичных энергетических ресурсов (ПЭР), с одной стороны, и состояние и развитие потребления подведенной (конечной) энергии, с другой стороны, есть два полюса, два стержня энергетики, находящиеся в постоянном взаимодействии и относительном равновесии и определяющих перспективы развития энергетики в целом.** Поэтому, чтобы выявить и понять перспективы развития энергетики во всем мире и в нашей стране, рассмотрим основные принципы энергообеспечения экономики, условия и динамику потребления энергии.

3.1. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Производство ПЭР и конечное потребление энергии – концевые звенья технологической цепи энергообеспечения экономики. Чтобы осознанно, комплексно подходить к анализу состояния и перспектив развития энергетики, назовем основные звенья этой цепи – стадии технологии снабжения потребителей энергией необходимого вида:

1. Получение и концентрация первичных энергетических ресурсов, т. е. добыча и обогащение топлива (удаление пустой породы), концентрация напора с помощью гидротехнических сооружений и т. д.
2. Передача ПЭР к стационарным и мобильным установкам, преобразующим энергию: перевозка твердого топлива по суше, воде; перекачка по трубопроводам нефти, газа, и др.
3. Преобразование первичной энергии во вторичную, имеющую более удобную для передачи и распределения форму, – в электрическую энергию и тепловую энергию пара; преобразование энергии осуществляется на электрических станциях или в котельных, а также в автономных преобразующих установках и системах.
4. Передача к потребителям и распределение между ними преобразованной, т. е. вторичной энергии с помощью электронного транспорта – электропередач сверх-, ультравысокого напряжения, электрических и тепловых сетей.
5. Конечное потребление подведенной (конечной) энергии, осуществляемое как в той форме, в которой она доставлена потребителю, так и в преобразованной, например, в форме механической энергии.

Имея в виду приведенный технологический процесс энергоснабжения, важно понимать, что потребление энергии происходит не только на последней, пятой стадии, но также на всех предыдущих, во-первых, для их реализации и, во-вторых, в виде потерь или так называемого технологического расхода. Поэтому далее, рассуждая об энергоэффективности и об энергосбережении, будем иметь в виду эти цели на всех стадиях процесса энергообеспечения.

3.2. ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Как было показано в первой главе, становление и развитие цивилизации человечества неразрывно связано с ростом потребления энерго-ресурсов. По существующим экспертным оценкам, в настоящее время наблюдается непрерывный, устойчивый прирост мирового потребления топливно-энергетических ресурсов в среднем на 1–2% ежегодно, а также увеличение энергетической зависимости от третьих стран, которая, по прогнозам, к 2020 г. достигнет 70% от общего потребления.

Быстрый рост энергопотребления вызван, прежде всего, постоянным увеличением мирового производства. Поэтому при рассмотрении динамики энергопотребления его уровень необходимо соотносить с изменением основного показателя, характеризующего уровень развития мировой экономики. Таким показателем является **объем мирового валового продукта (МВП)**, который **определяется общей рыночной стоимостью всех готовых товаров и услуг, произведенных в мире в течение года.**

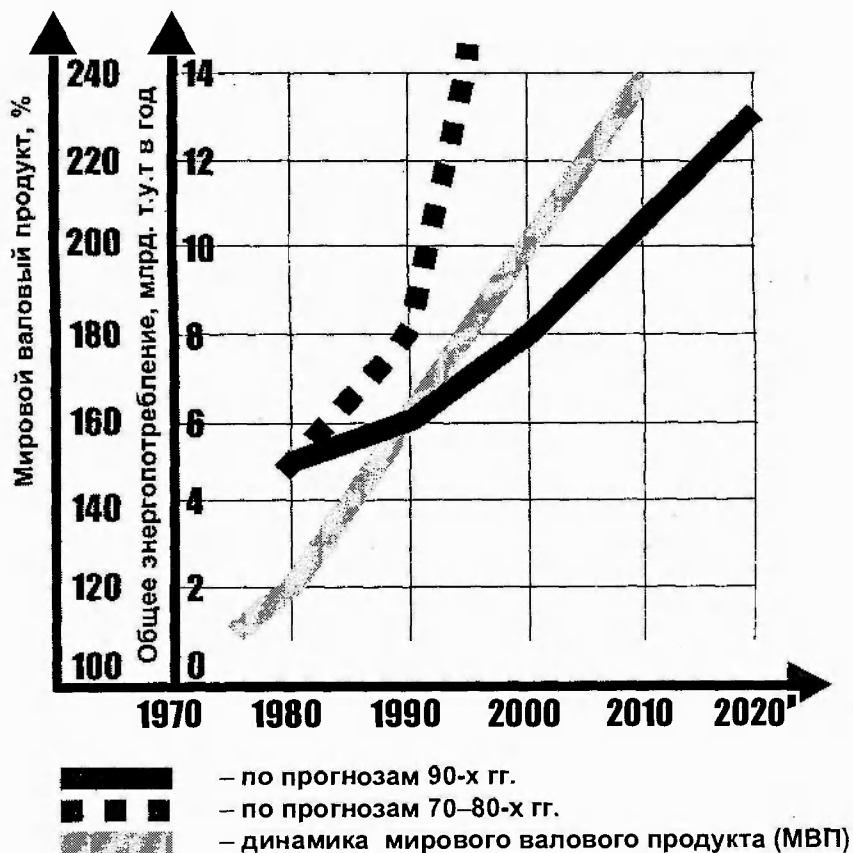


Рис. 3.1. Динамика мирового энергопотребления.

На рис. 3.1 представлены зависимости, отражающие рост мирового энергопотребления по прогнозам 70–80-х и 90-х гг., на фоне кривой роста мирового валового продукта. Видно, что:

- реальное мировое энергопотребление оказалось существенно ниже, чем прогнозировалось,
- рост энергопотребления оказался ниже, чем рост мирового валового продукта;
- энергоемкость МВП оказалась ниже, чем прогнозировалась.

Это объясняется :

- с одной стороны, активной энергосберегающей политикой в странах Западной Европы, в США, Японии после энергетического кризиса 70-х гг.,
- с другой стороны – экономическим кризисом 90-х гг. в странах СНГ и снижением в них энергопотребления из-за спада производства.

Основными факторами, которые заставили перейти потребителей стран Европейского Союза, США, Японии к политике эффективного энергоиспользования, явились:

- рыночные механизмы (рост цен на энергоресурсы послужил сигналом к внедрению энергоэффективных технологий),
- согласованные действия и программы на правительственном уровне.

Анализ опыта этих стран показывает, что **без государственных политики и программ энергосбережения, без создания системы энергетического менеджмента выйти из кризиса невозможно.** На протяжении 15 лет после нефтяного кризиса 70-х гг. в результате энергичной политики эффективного использования энергии, в которой были задействованы значительные ресурсы индустриальных стран Запада, объем потребления энергии на душу населения практически стабилизировался, в то время как объем национального продукта вырос почти на 30%. Такие результаты были получены благодаря детальной технической и экономической организации внедрения энергосберегающей политики. Если бы энергоемкость в этих странах осталась на уровне 1973 г., то энергопотребление к 1986 г. выросло бы на 24% и достигло бы 900 млн. тонн условного топлива в пересчете на нефть. Выделялись две группы потребителей: энергоемкие, крупные производства и потребители, издержки которых на энергопотребление невелики.

На рис. 3.1 представлены зависимости, отражающие рост мирового энергопотребления по прогнозам 70–80-х и 90-х гг., на фоне кривой роста мирового валового продукта. Видно, что:

- реальное мировое энергопотребление оказалось существенно ниже, чем прогнозировалось,
- рост энергопотребления оказался ниже, чем рост мирового валового продукта;
- энергоёмкость МВП оказалась ниже, чем прогнозировалась.

Это объясняется :

- с одной стороны, активной энергосберегающей политикой в странах Западной Европы, в США, Японии после энергетического кризиса 70-х гг.,
- с другой стороны – экономическим кризисом 90-х гг. в странах СНГ и снижением в них энергопотребления из-за спада производства.

Основными факторами, которые заставили перейти потребителей стран Европейского Союза, США, Японии к политике эффективного энергоиспользования, явились:

- рыночные механизмы (рост цен на энергоресурсы послужил сигналом к внедрению энергоэффективных технологий),
- согласованные действия и программы на правительственном уровне.

Анализ опыта этих стран показывает, что **без государственных политики и программ энергосбережения, без создания системы энергетического менеджмента выйти из кризиса невозможно**. На протяжении 15 лет после нефтяного кризиса 70-х гг. в результате энергичной политики эффективного использования энергии, в которой были задействованы значительные ресурсы индустриальных стран Запада, объем потребления энергии на душу населения практически стабилизировался, в то время как объем национального продукта вырос почти на 30%. Такие результаты были получены благодаря детальной технической и экономической организации внедрения энергосберегающей политики. Если бы энергоёмкость в этих странах осталась на уровне 1973 г., то энергопотребление к 1986 г. выросло бы на 24% и достигло бы 900 млн. тонн условного топлива в пересчете на нефть. Выделялись две группы потребителей: энергоёмкие, крупные производства и потребители, издержки которых на энергопотребление невелики.

Первая группа потребителей – основные энергоемкие отрасли промышленности (выплавка стали, алюминия, производство химических веществ, цемента, бумаги и т.д.) – в условиях жесткой международной конкуренции могла выжить, только приняв на вооружение технологические процессы, обеспечивающие эффективное использование энергии. В этих отраслях возникли побудительные мотивы и имелись основные средства для осуществления программ эффективного энергоиспользования. Тем не менее, часто им предоставлялась правительственная поддержка для ускорения процесса модернизации и повышения конкурентоспособности национальных компаний.

В других областях, включая остальные отрасли промышленности, издержки, связанные с энергопотреблением, не настолько велики, чтобы вынуждать этих потребителей принимать немедленные действия. Если цена оказывалась выше той, которую потребитель был в состоянии платить, в краткосрочном плане, скорее всего, произошло бы сокращение потребления путем предоставления меньшего количества услуг или переориентации производства на выпуск другой, менее энергоёмкой продукции, что не является признаком более эффективного использования энергии. Этой группе потребителей необходимо было предоставить соответствующие средства и создать стимулирующие условия. Был осуществлен широкий круг открыто финансируемых программ, согласованных действий на уровне правительства, формирующих поведение потребителей и побуждающих их к внедрению энергосберегающих технологий и оборудования. Эти программы включали:

- исследования и разработки по усовершенствованию промышленных процессов, строительных технологий и материалов, электродвигателей, приборов и т.д.; нормативные положения по использованию энергии, в частности для зданий, а также для автомобилей и электрических приборов, введение стандартов и маркировок, обязательные проверки эффективности использования энергии крупными потребителями,
- информационные программы для потребителей и программы обучения для технического персонала и управляющих,
- финансовое стимулирование (субсидии, мягкие займы, налоговые льготы) для поощрения внедрения инноваций, инвестиций в эффективное использование энергии;

- создание учреждений, организаций и обслуживающих предприятий для проектирования и осуществления программ и проектов эффективного использования энергии.

По расчетам отечественных и зарубежных специалистов, **потенциальная возможность энергосбережения в странах СНГ, Центральной и Восточной Европы в настоящее время оценивается в зависимости от состояния их экономики в размере примерно 20–30% от общего объема потребления топливно-энергетических ресурсов.**

Республика Беларусь, как и многие страны мира, не имеет возможности обеспечить свои потребности собственными энергоресурсами. Экономика Беларуси базируется преимущественно на импорте энергоресурсов. Лишь 10–15% потребностей покрывается собственными первичными энергоресурсами. Для примера, обеспеченность за счет энергоресурсов, добываемых в республике, в 1990 г. составила 12,8%, что соответствует 5,7 млн. тонн условного топлива. В перспективе эта доля уменьшится из-за сокращения добычи собственной нефти. В то же время длительный период неэффективного энергопотребления создал в Беларуси огромный неиспользованный потенциал энергосбережения, оцениваемый в 32% от уровня суммарного потребления топливно-энергетических ресурсов в 1994 г., что соответствует 12 млн. тонн условного топлива. Поэтому реализация имеющегося потенциала энергосбережения стала приоритетом энергетической и экономической политики государства. Энергосбережение занимает место, по значению равное техническому перевооружению и развитию топливных отраслей и рассматривается как **крупный потенциальный источник энергетических ресурсов, способный обеспечить 30–40% потребностей Беларуси в энергоресурсах. Эффективность использования энергоресурсов является также фактором, который определяет производство конкурентоспособной продукции и, в конечном итоге, стабильность и эффективность национальной экономики.**

3.3. ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Рассмотрим основные макроэкономические показатели, характеризующие энергоэффективность экономики государства и позволяющие оценить тенденции и темпы в ее изменении.

На основе данных по энерго- и электропотреблению, а также информации о численности населения и объемах валового внутреннего продукта (ВВП) определяются:

1. Энергопотребление на душу населения:

- а) по первичной энергии,
- б) по подведенной (к потребителю) энергии,
- в) по подведенной электроэнергии.

$$E = \frac{\Sigma \varepsilon}{n} \quad (3.1)$$

Здесь $\Sigma \varepsilon$ – суммарное потребление соответствующего вида энергии за год,

n – численность населения.

2. Энергоемкость экономики – отношение суммарного потребления энергии к объему валового внутреннего продукта:

- а) по первичной энергии,
- б) по подведенной энергии,
- в) по подведенной электроэнергии – электроемкость ВВП.

$$E = \frac{\Sigma \varepsilon}{\text{ВВП}} \quad (3.2)$$

Анализ этих энергоэкономических показателей в странах СНГ за 1990–1993 гг. позволяет получить представление о развитии ситуации в энергетике и о влиянии экономического кризиса на динамику энергопотребления. Год 1990-й выбран как начало перехода от централизованной к рыночной экономике. Данные этого года отражают сложившуюся за советский период структуру энергопотребления. Изучение показателей за последующие годы и сопоставление их с показателями

промышленно развитых стран позволяет сделать ориентировочные прогнозы о перспективном энергопотреблении, наметить задачи и темпы развития энергетического сектора экономики.

Показатели ВВП. В 1990 г. показатель ВВП на душу населения в странах СНГ в среднем равнялся 6,9 тыс., что составляет 43% от уровня, полученного по странам Европейского Союза. Этот показатель существенно различался и по странам СНГ. Наивысший показатель среднегодового ВВП имела Россия – \$8,8 тыс. – 55% от уровня Европейского Союза, Беларусь имела второй по уровню показатель – \$ 7,3 тыс. – 49%.

За 1990–1993 гг. абсолютный и удельный объемы ВВП снизились в среднем по странам СНГ на 40%, за 1990–1995 гг. – на 50%.

Энергопотребление. Потребление первичной и подведенной энергии на душу населения в 1990 г. в странах СНГ было соответственно в 1,3 и 1,4 раза выше, чем в Европейском Союзе и примерно соответствовало показателю по Германии.

Потребление подведенной электроэнергии в целом по СНГ в 1990 г. соответствовало уровню Европейского Союза.

С 1990 по 1993 г. энерго- и электропотребление в странах СНГ существенно снизилось, однако в значительно меньшей степени, чем показатель ВВП.

Энерго- и электроемкость. В 1990 г. энергоемкость экономики по первичной и подведенной энергии в целом по СНГ была соответственно в 3, 2,7, 2 и 3,5 раза выше, чем в Европейском Союзе, Германии, США и Японии.

За 1990–1993 гг. энерго- и электроемкость экономики в целом по СНГ существенно возросли и стали в среднем в 3,9 раза выше, чем в Европейском Союзе. В основном это обусловлено снижением объемов производства многими предприятиями, которые при этом продолжают потреблять значительное количество энергоресурсов из-за неоптимальности режимов работы оборудования.

К сожалению, пока в странах СНГ сохраняется неэффективное производство, транспортировка и потребление энергоресурсов. В настоящий период относительно низких мировых цен на топливо, в период реструктуризации экономики и первых признаков ее оживления меры по повышению энергетической эффективности экономики являются чрезвычайно важными для стран СНГ. Оценка состояния энергетики

показывает, что при повышении темпов экономического роста к 2025 г. страны СНГ смогут достичь современного уровня энерго- и электроёмкости промышленно развитых стран. Энергосбережение должно стать одним из стержней их энергетической политики. В странах СНГ имеется огромный потенциал энергосбережения, и реализация комплексной энергосберегающей политики и отдельных программ по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов должна играть приоритетную роль в международном сотрудничестве стран – членов СНГ и стран дальнего зарубежья.

Оценка эффективности энергопотребления и его прогнозирование необходимы для решения двух важнейших задач энергетического менеджмента:

1. разработки стратегии производства и торговли энергоносителями;
2. разработки и реализации политики энергоэффективности и энергосбережения во всех отраслях экономики на долго- и краткосрочный периоды.

Политика энергоэффективности есть условие стабилизации экономики, социального развития, национальной безопасности страны.

3. 4. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) в экономике любых государств является важнейшей составляющей в обеспечении функционирования и развития производительных сил, в повышении жизненного уровня населения, а для государств с дефицитом собственных энергоресурсов, к которым относится и Республика Беларусь, оптимизация развития и функционирования ТЭК – одно из приоритетных направлений деятельности законодательной и исполнительной власти, всех производителей и потребителей ТЭЭ для обеспечения конкурентоспособности продукции на мировом рынке.

Сказанное подтверждается тем, что основные фонды отраслей ТЭК составляют 25% производственных фондов промышленности, а ежегодные затраты на энергообеспечение потребителей составляет около 30% ВВП.

Топливо-энергетический комплекс Республики Беларусь включает: добычу торфа и производство торфобрикетов; добычу нефти и нефтепереработку; разветвленную сеть газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов; производство, передачу и распределение электрической и тепловой энергии.

Объемы топливных ресурсов, ежегодно добываемых на территории республики (топливный торф, нефть, попутный газ, дрова и пр.), находятся на уровне 4,5–5,2 млн. т. у. т., что составляет около 15% общей потребности в ТЭР.

В республике разведано более 9000 торфяных месторождений общей площадью в границах промышленной глубины залежи 2,54 млн. га и с первоначальными запасами торфа 5,65 млрд. т. К настоящему времени оставшиеся геологические запасы оцениваются в 4,3 млрд. т, что составляет 75% от первоначальных.

Месторождения нефти на территории Беларуси сосредоточены в единственной нефтегазоносной области – Припятской впадине, где в период с 1965 по 1999 г. была открыта 181 залежь нефти на 62 месторождениях с суммарными запасами 165 млн. т. С начала разработки месторождений добыто 102 млн. т нефти и 10,7 млрд. куб. м попутного газа. Остаточные запасы нефти промышленных категорий составляют 63 млн. т, попутного газа – 35 млрд. куб. м.

Беларусь располагает значительными мощностями по переработке и транспортировке нефти. Мощности Мозырского и Новополоцкого НПЗ составляют 41 млн. т в год. Однако в 1999 г. на Мозырском НПЗ было переработано 5,3 млн. т нефтяного сырья, на Новополоцком НПЗ (ПО «Нафтан») – 6 млн. т сырья. Магистральные нефтепроводы связывают нефтеперерабатывающие заводы с нефтедобывающими регионами Западной Сибири. По южной ветке нефть поставляется из Самары через Брянск на Мозырский НПЗ. Часть нефти поступает транзитом на Дрогобычский НПЗ (Украина) и через Брест – на Плоцкий НПЗ (Польша). По северной ветке нефть поступает из Ярославля на Новополоцкий НПЗ, а затем на Мяжейкяйский НПЗ (Литва) и в Вентспилский порт (Латвия).

Продолжается развитие сети магистральных и распределительных газопроводов. Протяженность магистральных газопроводов – свыше 6 тыс. км. Транспорт газа по ним обеспечивают 7 компрессорных станций суммарной мощностью 710 МВт. Распределение газа по потребителям в стране осуществляется от 193 газопроводов-отводов через систему распределительных газовых сетей 122 газораспределительными станциями. В 1996 г. РАО «Газпром» начато строительство магистрального газопровода «Ямал–Европа» диаметром 1420 мм, протяженностью по территории Беларуси 575 км с пятью компрессорными станциями общей мощностью 752 МВт.

Централизованная заготовка дров и древесных отходов в республике оценивается на уровне 0,94–1,00 млн. т. у. т. Прогнозируемый годовой объем древесного топлива к 2015 г. может возрасти до 2 млн. т. у. т.

На 1 января 2000 г. установленная мощность всех энергоисточников Беларуси по производству электрической и тепловой энергии составила 7818,3 тыс. кВт, в т.ч.: КЭС – 3300, ТЭЦ – 4282,1, блок-станции (передвижные и дизельные) – 199,4, гидроэлектро-станции – 6,8. За 1999 г. выработано электроэнергии 26,5 млрд. кВт.ч, отпущено тепла 73,1 млн. Гкал, количество покупной электроэнергии составило 7,2 млрд. кВт.ч. Суммарная установленная мощность всех энергоисточников достаточна для полного самообеспечения республики электроэнергией, однако уже во многих случаях эксплуатация устаревшего оборудования становится невыгодной в сравнении с импортом электроэнергии из соседних государств – России и Литвы, т.к. топливная составляющая себестоимости производства выше стоимости импортируемой электроэнергии.

Потребности республики в энергоносителях в 1999 г. были обеспечены за счет собственных ресурсов на 15,2 % (5,2 млн. т. у. т.), а остальные 84,8 % – за счет импорта, при этом в общем импорте доля России – 98,4 %, Литвы – 1 %, прочих (Украины, Казахстана, Польшы) – 0,6 %.

В качестве основных направлений развития энергетического сектора экономики Беларуси, смягчающих дефицит собственных первичных энергоресурсов в условиях ограниченности финансовых ресурсов в период становления новых социально-экономических отношений в республике, определены следующие:

- снижение энергоёмкости внутреннего валового продукта;

- энергосбережение;
- импорт топливно-энергетических ресурсов для устойчивой работы имеющихся энергоустановок;
- частичное покрытие дефицита электро- и теплоснабжения за счет нетрадиционных источников энергии;
- развитие и модернизация традиционной энергетики на органическом топливе на базе более экономичных высокоэффективных энергетических установок;
- развитие ядерной энергетики.

Все эти направления рассмотрены и закреплены в Энергетической программе Республики Беларусь на период до 2010 г., которая была утверждена в октябре 1992 г.

3. 5. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Основная цель энергетического менеджмента – достижение энергоэффективности, энергосбережение. В этом смысле энергосбережение есть часть энергетического менеджмента. В то же время, энергетический менеджмент является инструментом энергосбережения, дающим теорию, методики, практические методы и средства для обеспечения энергоэффективности.

Структуру энергетического менеджмента можно рассматривать в технологическом и функционально-территориальном разрезах.

Технологическая структура энергетического менеджмента двухкомпонентна (рис. 3.2) и включает в себя «Планирование снабжения (производства) энергоресурсов (Supply Side Planning – SSP)» и «Управление энергопотреблением (спросом на энергоресурсы) (Demand Side Management – DSM)», в совокупности образующие «Согласованное планирование и управление энергоресурсами (Integrated Resource Planning – IRP)». Основой IRP служит «Прогнозирование энергопотребления (Load Forecasting – LF)». Указанные компоненты энергетического менеджмента взаимообусловлены, органически взаимосвязаны и

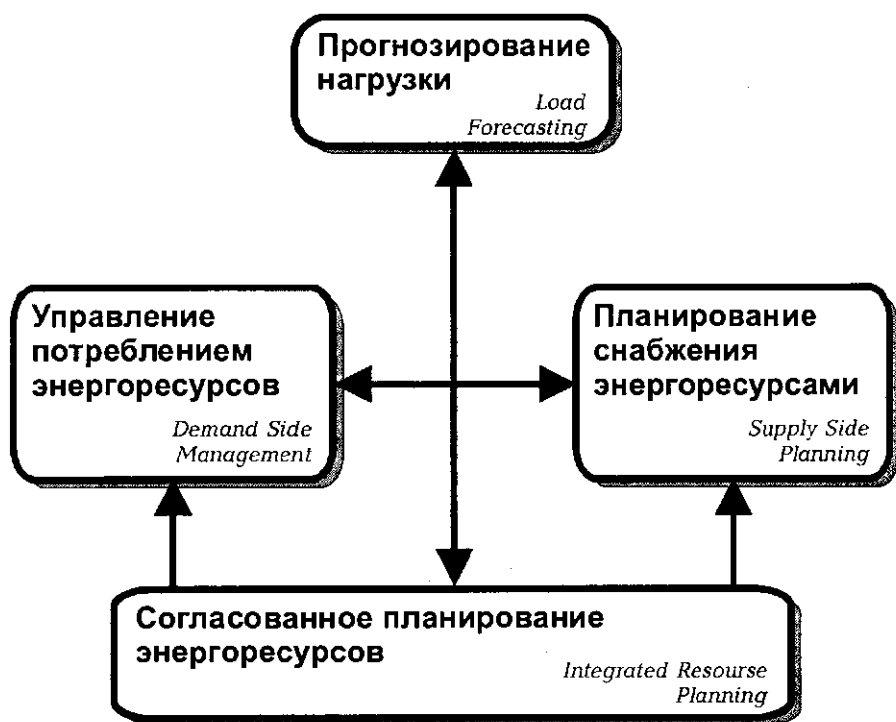


Рис. 3.2. Технологическая структура энергетического менеджмента.

направлены на достижение единой цели – энергоэффективности как результата процесса энергосбережения.

В функционально-территориальном плане система энергетического менеджмента является многоуровневой иерархической (рис. 3.3). В первой главе были рассмотрены цели энергетического менеджмента отдельных уровней. В соответствии с этими целями разрабатываются концепция и технологии (методики, средства, способы) энергосбережения для каждого уровня. Цели, интересы отдельных уровней не всегда совпадают, поэтому функционально-территориальные уровни иерархии энергоменеджмента связаны регулирующими воздействиями верхних уровней, что показано на рис. 3.3. Таким образом, энергетический менеджмент имеет продольно-поперечную структуру, предусматривающую горизонтальные управляющие прямо-обратные воздействия внут-

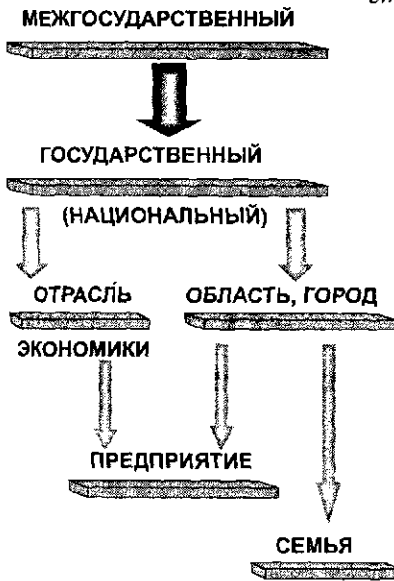
УРОВНИ:

Рис. 3.3. Функционально-территориальная структура (иерархия) энергетического менеджмента.

ри каждого уровня и вертикальные регулирующие воздействия между уровнями (рис. 3.4). Вертикальные воздействия между уровнями могут быть ограничивающими и стимулирующими экономического, информационного и энергетического характера, направленными сверху вниз, т. е. прямыми, и обратными воздействиями – информационными и финансовыми, направленными снизу вверх.

В условиях рыночной экономики, как показывает опыт развитых промышленных стран, основной принцип энергомэнеджмента:

локальное управление (внутри уровня) + { планирование, ограничения, стимулы сверху,

т. е. управление с верхних уровней осуществляется в основном посредством ограничений и стимулов. Имея в виду этот принцип в перспективе, не следует исключать, а на переходном этапе экономики стран СНГ, включая Беларусь, и необходимы прямые государственные регулирующие воздействия на нижние уровни. Результативность энергетического менеджмента на национальном уровне оценивается по следующим критериям:

- **форме национальной кривой нагрузки:** большей энергоэффективности соответствует более пологая кривая нагрузки, которая отражает распределение в течение суток потребления страной энергии,
- макроэкономическим показателям, прежде всего энергопотреблению на душу населения, энергоёмкости национального (внутреннего) валового продукта, интегральным экологическим показателям.

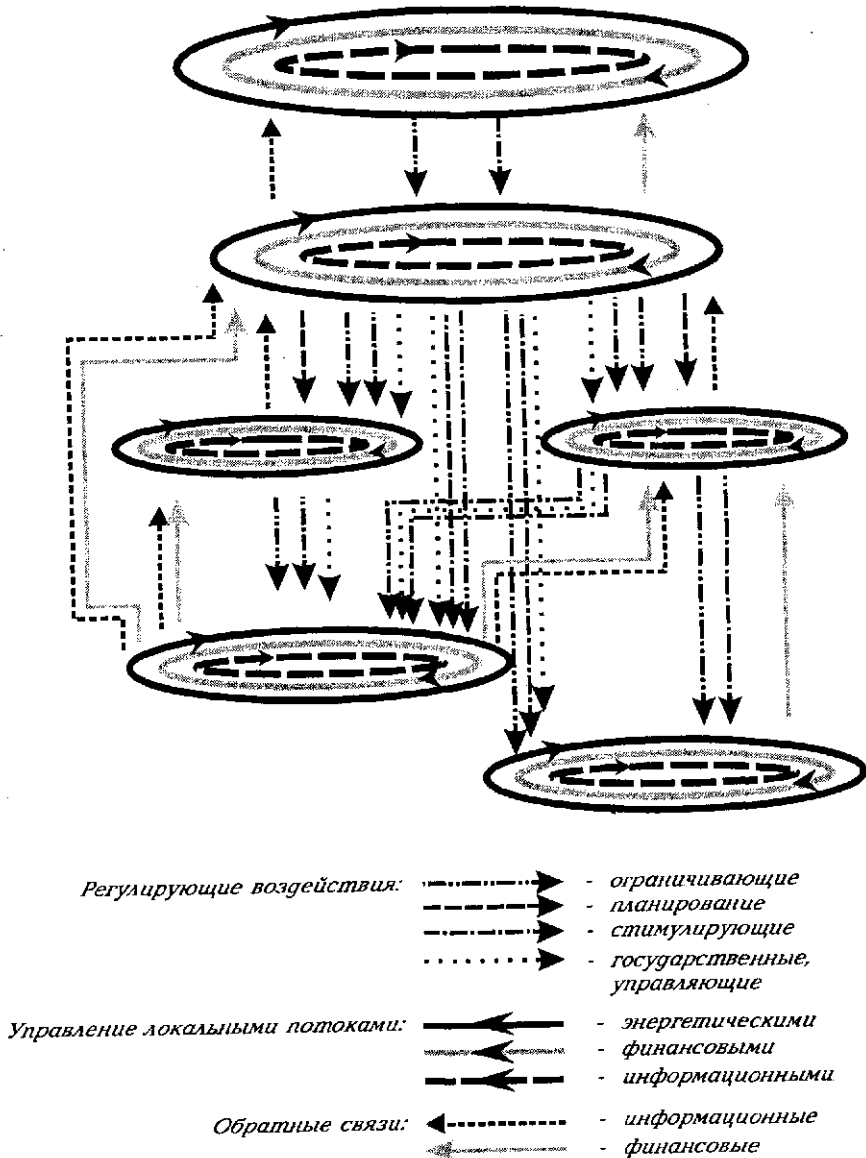


Рис.3.4. Схема регулирующих воздействий в системе энергетического менеджмента.

Рассмотрим **функции субъектов энергетического менеджмента** (органов управления) верхнего уровня (Министерство экономики, Государственный комитет «Белэнергосбережение», концерны «Белэнерго», «Белтопгаз» и т.д.), которые обеспечивают решение задач и результативность менеджмента:

1. Законотворческая и правовая деятельность – определяющее звено энергоменеджмента, регламентирующее все его остальные функции. Правовые основы исполнения функций энергетического менеджмента закреплены Законом «Об энергосбережении». Государственная программа «Энергосбережение» определила на период до 2000 г. формы, фактическое содержание механизмов их исполнения.

2. Поиск источников и распределение финансирования. Залог успеха этой функции, с одной стороны, заключается в оптимально обоснованном соотношении источников финансирования и в формировании их наилучшей внутренней структуры за счет экономической политики, с другой стороны – в обоснованном с учетом приоритетов распределении финансирования на задачи программы «Энергосбережение». Среди источников финансирования следует назвать государственный и отраслевые фонды энергосбережения, фонды предприятий, кредиты, лизинг, международные источники.

3. Энергоаудит национальной экономики имеет целью, во-первых, оценку потенциала энергосбережения, его структуры для учета при планировании развития экономики и для разработки энергосберегающей политики, а во-вторых – оценку результатов энергетического менеджмента для ее коррекции.

4. Выработка и координация реализации национальной политики энергосбережения, т. е. концепции, методик и средств для различных уровней, в том числе политики экономической, технической, социальной, научных изысканий, образования, международного сотрудничества. Основными механизмами и инструментами экономической политики энергосбережения являются реструктуризация экономики и управления ею, тарифообразование, нормирование и стандарты, стимулирование, налогообложение, льготирование и т.д. К актуальным направлениям технической политики энергосбережения относятся оптимизация структуры генерирующих мощностей, рациональное соотношение централизации и децентрализации энергоснабжения, ком-

бинированная выработка тепловой и электрической энергии, использование газотурбинных установок, возобновляемых источников энергии, аккумулирующих систем, энергосберегающих технологий и оборудования и др. Существенное значение имеют элементы социальной политики энергосбережения, направленные на повышение качества жизни населения, улучшение экологии. В их числе – просветительно-пропагандистская работа, реклама, социальная помощь, благотворительность. Важную роль играет политика научных изысканий. Их дальновидная координация гарантирует решение энергетической проблемы для будущих поколений. Не менее важным является и организация непрерывной многоуровневой системы образования в области энергосбережения. **Полноценный энергоменеджмент предполагает как обязательную функцию коррекции политики энергосбережения в реальном времени и на перспективу.**

5. Надзор, экспертиза и контроль – функция, регламентируемая законодательством и обеспечивающая работу системы энергосбережения; охватывает всю технологию энергоиспользования во всех отраслях экономики и социально-интеллектуальной сфере. Значительный эффект дает экспертиза конструкторско-проектных решений.

6. Организация приоритетных энергосберегающих проектов (от объявления тендеров до стимулирования их выполнения) и **эффективной системы консалтинга, аудиторских фирм.** Это позволяет активизировать энергосбережение, прежде всего на предприятиях, способствует распространению и внедрению наиболее передовых энергосберегающих технологий и оборудования. Одновременно данная функция используется как косвенный инструмент для регулирующих воздействий на нижние уровни энергоменеджмента.

РЕЗЮМЕ

- 1. Сберегать энергию и добиваться энергоэффективности следует на всех стадиях технологического процесса энергоснабжения.**

2. **Политика энергоэффективности – условие стабилизации экономики, социального развития, национальной безопасности страны.** За счет энергосбережения в странах СНГ, Центральной и Восточной Европы можно обеспечить 20–30% общего объема потребностей в ТЭР, в Беларуси – 30–40%.
3. **В числе основных направлений развития экономики Беларуси – снижение энергоемкости внутреннего валового продукта, энергосбережение, применение возобновляемых источников энергии, модернизация традиционной энергетики на базе экономических высокоэффективных энергетических установок.**
4. **Технологическая структура энергетического менеджмента двухкомпонентна: планирование снабжения ТЭР и управление спросом на них. Энергоэффективность экономики – результат энергосбережения в обоих компонентах.**
5. **Законотворческая и правовая деятельность, поиск источников финансирования, энергоаудит национальной экономики, выработка и координация политики энергосбережения, надзор, экспертиза и контроль – функции энергоменеджмента верхнего уровня. На этапе перехода к рыночной экономике реализация политики энергосбережения требует прямых государственных регулирующих воздействий на нижние уровни.**

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Назовите и объясните энергоэкономические показатели, характеризующие эффективность энергоиспользования в различных странах.
2. Сформулируйте основные тенденции развития мировой энергетики и энергетики Беларуси в отношении потребления энергии.
3. Поясните термины «Integrated Resources Planning», «Load Forecasting», «Supply Side Planning», «Demand Side Management» и связи между ними.

4. Дайте краткую характеристику состояния и основных направлений развития энергетики Республики Беларусь.
5. Назовите используемые в Беларуси виды первичных энергоресурсов и способы их преобразования в белорусской энергосистеме.
6. Объясните значение энергосбережения для развития экономики Беларуси.
7. Составьте перечни устройств – потребителей электрической и тепловой энергии у Вас дома (квартира, блок общежития, частный дом, дача и т.п.). Подсчитайте среднее количество потребляемой за один зимний и один летний месяц электрической и тепловой энергии всей семьей и в среднем одним ее членом. Пользуясь существующими тарифами на электрическую и тепловую энергию и значениями дотаций государства на оба вида энергии для бытовых потребителей, определите, во что обходится Вашей семье и государству потребляемая Вами и членами Вашей семьи за месяц электрическая и тепловая энергия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2 т.: Пер. с англ. – М.: Республика, 1992. – 799 с.
2. Energy in Europe: EUROPEAN ENERGY TO 2020 // A Scenario Approach. – Special Issue. Spring, 1996. – 165 p.
3. Розанов М.Н. Электроэнергетические системы и рыночная экономика // Изв. РАН. «Энергетика». – 1992. № 2. С. – 3–6.
4. Поспелова Т.Г., Хассан Ю. Принципиальные положения учета энергосбережения в развитии ЭЭС // Изв. РАН. «Энергетика». – 1997. № 1. – С. 123–130.
5. Кипи Р. Размещение энергетических объектов: Выбор решений. // Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.

6. Веников В.А., Шнелль Р.В., Оруджев Ф.Д. Автоматизация проектирования в электроэнергетике. – М.: Изд. МЭИ, 1989. –238 с.
7. Воропай Н.И., Зоркальцев В.И., Розанов М.Н. Проблемы развития электроэнергетики государств СНГ в новых условиях и некоторые возможности их решения //Изв. вузов. Энергетика. – 1993. № 7–8. – С. 7–11.
8. Ганжа В.Л. Пути решения энергетической проблемы в Беларуси // Энергоэффективность. – 1997, № 1–2. – С. 3–5, 5–7.

ГЛАВА 4.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ВИДЫ ЭНЕРГИИ. КАЧЕСТВО ЭНЕРГИИ:
законы термодинамики, понятие эксергии и ее концентрации,
особенности тепловой и преимущества электрической энергии

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ
ТЕПЛОЙ В МЕХАНИЧЕСКУЮ:**
тепловая машина и ее КПД

**ВИДЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.
ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

ГАЗОТУРБИННЫЕ И ПАРОВАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

**ГРАФИКИ НАГРУЗКИ
И АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГИИ**

**МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ:**
тепловой, ядерной, световой и химической
в электрическую

ТРАНСПОРТ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ:
нефти, нефтепродуктов, газа, угля,
электрической и тепловой

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

- 1. Объяснить, в чем заключаются физический смысл энергосбережения, особенности преобразования тепловой энергии в механическую, преимущества электрической энергии.*

2. Рассказать о видах электростанций, принципах их работы, сравнить их характеристики. Назвать достоинства газотурбинных и парогазовых установок.
3. Объяснить особенности энергетического производства, значение графиков нагрузки с точки зрения энергоэффективности. Рассказать о методах и устройствах аккумулирования и прямого преобразования энергии.
4. Дать характеристику способам транспорта и распределения разных видов ЭР.

4. 1. ВИДЫ ЭНЕРГИИ. КАЧЕСТВО ЭНЕРГИИ

Виды энергии. Согласно представлениям физической науки, энергия – это способность тела или системы тел совершать работу. Существуют различные классификации видов и форм энергии. Назовем те ее виды, с которыми люди наиболее часто встречаются в своей повседневной жизни: механическая, электрическая, электромагнитная, тепловая, химическая, атомная (внутриядерная). Последние три вида относятся к внутренней форме энергии, т. е. обусловлены потенциальной энергией взаимодействия частиц, составляющих тело, или кинетической энергией их беспорядочного движения.

Если энергия – результат изменения состояния движения материальных точек или тел, то она называется кинетической; к ней относят механическую энергию движения тел, тепловую энергию, обусловленную движением молекул.

Если энергия – результат изменения взаимного расположения частей данной системы или ее положения по отношению к другим телам, то она называется потенциальной; к ней относят энергию масс, притягивающихся по закону всемирного тяготения, энергию положения однородных частиц, например, энергию упругого деформированного тела, химическую энергию.

Качество энергии. Более ста лет назад был установлен фундаментальный закон физики – закон сохранения энергии: энергия не может быть уничтожена или получена из ничего, она может лишь переходить из одного вида в другой.

Частным случаем закона сохранения энергии является **I закон (начало) термодинамики**. Он устанавливает взаимную превращаемость всех видов энергии: тепло Q , сообщенное неизолированной системе, расходуется на увеличение ее внутренней энергии ΔU и совершение **сю работы A против внешних сил**:

$$Q = \Delta U + A \quad (4.1)$$

Все процессы в природе подчиняются действию этих законов. С далеких исторических времен развитие цивилизации и технический прогресс сопровождаются быстрым ростом потребления энергии и непосредственно связаны с количеством и качеством используемых энергоресурсов. Понятия количества и качества энергии определяются законами термодинамики.

С понятием «качество энергии» непосредственно связано существо понятия «**энергосбережение**». С точки зрения I закона термодинамики, «энергосбережение» внутренне противоречиво. Сохранять энергию нет необходимости, это делает природа в соответствии с законом сохранения энергии. **Сохранять нужно работоспособность энергии, или эксергию, которая является мерилom качества – энергетической эффективности каждого вида энергии.**

Итак, качество различных видов энергии оценивается эксергией – величиной, определяющей максимальную способность материи к совершению работы в таком процессе, конечное состояние которого определяется условиями термодинамического равновесия с окружающей средой.

Основные различия имеются в этом отношении между электрической и механической энергией, с одной стороны, и тепловой энергией – с другой. Электрическая и механическая энергия в ходе технологических процессов совершают превращения, составляющие основу этих процессов, практически без потерь, т.е. имеют 100%-ную работоспособность. Тепловая энергия характеризуется неупорядоченной формой передачи внутренней энергии. При ее превращении, допустим, в электрическую часть тепла расходуется на упорядочение этого движения и образует потери. Так, для получения, например, 1 кДж тепла достаточно иметь 1 кДж механической или электрической энергии, но для

получения 1 кДж механической или электрической энергии потребует-ся более 1 кДж тепла. В чем причина таких отличий?

С точки зрения современной науки, тепловая энергия есть не что иное, как сумма энергий мельчайших частиц (атомов, молекул, электронов), находящихся в состоянии неупорядоченного движения. Порядок просто превратится в хаос, что и происходит при превращении электрической или механической энергии в тепловую. Упорядочить хаос гораздо труднее, на это нужно затратить энергию. Вот почему тепловая энергия не всегда, но в любом случае не полностью превращается в другие виды энергии. Указанные отличительные особенности тепловой энергии, условия ее превращения в другие виды энергии определяются II законом (началом) термодинамики.

Согласно этому закону, процессы, связанные с теплообменом при конечной разности температур, необратимы, т.е. могут протекать самопроизвольно только в одном направлении – от горячих к холодным телам с установлением равновесия в системе. Другими словами, закон возрастания энтропии (принцип необратимости) состоит в том, что если в изолированной системе есть разница температур и система предоставлена сама себе, то с течением времени температура все более выравнивается и работоспособность замкнутой системы падает до нуля.

В системном анализе эксергетический подход весьма важен, так как в системах энергоиспользования применяются и расходуются разные виды энергии: электрическая, механическая, химическая, тепловая – и разные энергоносители, например, топливо, сжигаемое в котлах, печах, двигателях внутреннего сгорания и т.п. Комбинированные установки используют разные виды топлива и производят одновременно электроэнергию и тепло. Компоненты этих систем имеют, таким образом, разную работоспособность и, следовательно, разные качественные характеристики. Нужно стремиться, чтобы работоспособность системы, т.е. ее эксергия в целом была максимальной.

Проблемы энергосбережения следует рассматривать не только в свете энтропийных процессов замкнутых систем, но и взаимодействия локальных систем с окружающей средой. Именно это взаимодействие приводит локальные системы в сильно неравновесное состояние и, как следствие, к накоплению негэнтропии (например, образование ресур-

сов нефти на земле). Процессы образования упорядоченных систем происходят при возрастании энтропии окружающей среды и нередко весьма длительны. Ресурсы накопленной негэнтропии имеют большую ценность, так как практически невозпроизводимы, и это должно быть учтено в энергосберегающей политике. Поэтому деятельность человеческого общества направлена на упорядочение, борьбу с энтропией, и рациональное энергопотребление является важным слагаемым этой деятельности.

Категория качества энергии далеко не исчерпывается понятием ее работоспособности. Многообразные виды энергии различаются плотностями энергопотоков, которые характеризуются концентрацией эксергии и другими физико-химическими характеристиками.

Для оценки практической пригодности энергии, содержащейся в материи, важно знать не только количество эксергии, но и ее концентрацию, т.е. отношение эксергии к объему термодинамического агента (энергонапителя). Чем выше концентрация эксергии, т.е. плотность энергопотока, тем лучше показатели сооружения и эксплуатации энергетических установок. Очевидно, что 1 Дж энергии в виде электричества имеет большую ценность для потребителя, чем 1 Дж в виде низкотемпературного тепла, например, горячей воды. А такой энергонапитель, как лазерный поток, имеет еще больший эксергетический показатель.

Немногим более половины всей потребляемой энергии используется в виде тепла для технических нужд, отопления, приготовления пищи, оставшаяся часть – в виде механической, прежде всего в транспортных установках, и электрической энергии. Причем доля электрической энергии с каждым годом растет (рис. 4.1).

Преимущества электрической энергии. Электрическая энергия является наиболее удобным видом энергии и по праву может считаться основой современной цивилизации. Подавляющее большинство технических средств механизации и автоматизации производственных процессов (оборудование, приборы ЭВМ), замена человеческого труда машинным в быту имеют электрическую основу.

Почему же так быстро растет спрос именно на электрическую энергию, в чем ее преимущество?

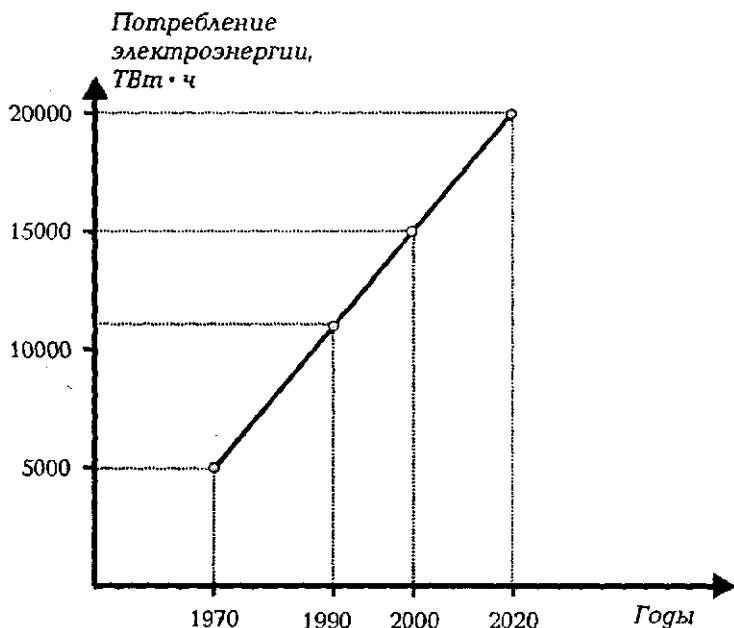


Рис. 4.1. Динамика потребления электрической энергии.

Электрическая энергия обладает такими свойствами, которые делают ее незаменимой в механизации и автоматизации производства и в повседневной жизни человека:

1. Электрическая энергия универсальна, она может быть использована для самых различных целей. В частности, ее очень просто превратить в тепло. Это делается, например, в электрических источниках света (лампочках накаливания), в технологических печах, используемых в металлургии, в различных нагревательных и отопительных устройствах. Превращение электрической энергии в механическую используется в приводах электрических моторов.
2. При потреблении электрической энергии ее можно бесконечно дробить. Так, мощность электрических машин в зависимости от их назначения различна: от долей ватта в микродвигателях, применяемых во многих отраслях техники и в бытовых изделиях, до огромных величин, превышающих миллион киловатт, в генераторах электростанций.

3. В производстве электрической энергии, наоборот, можно концентрировать ее мощность, увеличивать напряжение и передавать по проводам как на малые, так и на большие расстояния любые количества электроэнергии с электростанций, где она вырабатывается, всем ее потребителям.

4. 2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ТЕПЛОВОЙ В МЕХАНИЧЕСКУЮ

Рассмотрим еще одну формулировку II закона термодинамики, которая указывает на существенное различие двух форм передачи энергии – теплоты и работы. Согласно этой формулировке:

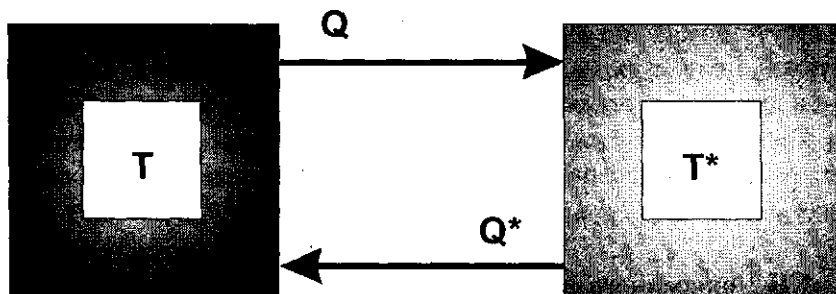
1. Невозможен процесс, единственным результатом которого является превращение тепла, полученного от нагревателя, в эквивалентную ему работу. Процесс преобразования упорядоченного движения тела как целого в неупорядоченное движение частиц самого тела и внешней среды является необратимым. Упорядоченное движение может переходить в неупорядоченное без каких-либо дополнительных (компенсирующих) процессов, например, механическая энергия движения в тепловую при трении. В то же время, обратный переход неупорядоченного движения в упорядоченное – «переход тепла в работу» не может являться единственным результатом термодинамического процесса и всегда сопровождается каким-либо компенсирующим процессом.

2. Невозможен процесс, единственным результатом которого является передача энергии в форме тепла от холодного тела к горячему. В таком виде закон был установлен гениальным французским ученым С. Карно (1824 г.): тепло может само переходить только от более нагретого тела к менее нагретому. Если же нужно передать тепло от менее нагретого тела к более нагретому, то при этом не только не может быть получена механическая энергия, но, наоборот, ее необходимо израсходовать. В настоящее время такой процесс используется в холодильных машинах.

Тепловая машина. Термодинамикой установлено, что для непрерывного получения механической энергии из тепловой необходимо

иметь три основных элемента, в совокупности образующих тепловую машину (рис. 4.2):

- резервуар тепла с относительно высокой температурой (горячий источник, или нагреватель);
- резервуар тепла с более низкой температурой (холодный источник, или холодильник);
- рабочее тело (воздух, водяной пар, газы и т. п.), непрерывно совершающее цикл, с помощью которого тепловая энергия превращается в механическую.



$$T > T^*; \quad Q > Q^*$$

Рис. 4.2. Принцип работы тепловой машины.

КПД тепловой машины. Экономичность процесса преобразования энергии теоретически не зависит от выбора рабочего тела. Практически же свойства рабочего тела весьма существенно влияют на КПД цикла. Наибольшее применение в качестве рабочего тела имеют продукты сгорания топлива – в двигателях внутреннего сгорания (автомобиле, самолете, тепловозе и др.) и водяной пар – в энергетических теплосиловых установках. Реже используются углекислота и гелий (АЭС), фреон и аммиак (холодильные установки). Однако главным производителем механической энергии из тепловой является не рабочее тело, а резервуары тепла, или, как их обычно называют в термодинамике, источники тепла.

Из второго закона термодинамики следует, что источники тепла обязательно должны иметь различную температуру: один из них – более высокую (горячий источник), а второй – более низкую (холодный источник).

В каждом цикле от горячего источника передается рабочему телу определенное количество тепла Q , а от рабочего тела переходит в холодный источник определенное, но всегда меньшее количество тепла Q^* . Так как рабочее тело после завершения цикла возвращается в исходное состояние, то произведенная за один цикл механическая энергия обязательно должна быть равна разности двух количеств тепла: полученного от горячего источника и переданного холодному источнику. Так было бы, если бы отсутствовали потери на трение и др. Но на самом деле потери всегда имеются. Поэтому реально получаемая механическая энергия меньше разности двух количеств тепла на величину потерь.

В этом заключается существо непрерывного производства механической энергии из тепловой в тепловой машине, определяемое выражением:

$$A = (Q - Q^*) - DQ. \quad (4.2)$$

КПД описанного процесса – цикла Карно зависит в первую очередь от температур источников тепла. Его максимальное значение независимо от конструкции тепловой машины и выбора рабочего тела определяется выражением:

$$\text{КПД}_{\text{макс}} = \frac{T - T^*}{T}. \quad (4.3)$$

Для повышения КПД температура горячего источника T должна быть как можно выше, а холодного T^* – как можно ниже. Что касается холодного источника тепла, то здесь выбирать не приходится. Этим источником всегда является окружающая среда – вода и воздух. Иначе обстоит дело с горячим источником. Он может быть избран из числа созданных природой: энергии Солнца или тепла глубинных слоев Земли. Но в настоящее время в подавляющем большинстве случаев используются искусственные источники тепла, создаваемые в результате сжигания органического топлива или проведения экзотермической управляемой ядерной реакции в атомном реакторе. В первом случае может быть достигнута температура около 3000°C , а во втором – практически неограниченно высокая.

Теоретически для повышения КПД процесса всегда выгодно увеличивать начальную температуру. Практически же повышение начальной температуры имеет предел. Он определяется, во-первых, реальными техническими возможностями материалов, а во-вторых – их ценой.

4. 3. ВИДЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ. ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Преобразование первичной энергии во вторичную, в частности в электрическую, осуществляется на станциях, которые в своем названии содержат указание на то, какой вид первичной энергии в какой вид вторичной преобразуется на них:

- **ТЭС** – тепловая электрическая станция преобразует тепловую энергию в электрическую;
- **ГЭС** – гидроэлектростанция преобразует механическую энергию движения воды в электрическую;
- **ГАЭС** – гидроаккумулирующая станция преобразует механическую энергию движения предварительно накопленной в искусственном водоеме воды в электрическую;
- **АЭС** – атомная электростанция преобразует атомную энергию ядерного топлива в электрическую;
- **ПЭС** – приливная электростанция преобразует энергию приливов в электрическую, и т. д.

В Республике Беларусь более 95% энергии вырабатывается на ТЭС, поэтому процесс преобразования энергии на электростанции рассмотрим на примере этого вида станции. По назначению тепловые электростанции (ТЭС) делятся на два типа:

- **КЭС** – конденсационные тепловые электростанции, предназначенные для выработки только электрической энергии;
- **ТЭЦ** – теплоэлектроцентрали, на которых осуществляется совместное производство электрической и тепловой энергии.

На рис. 4. 3 представлена тепловая схема ТЭС. Ее основное оборудование состоит из котла-парогенератора ПГ, турбины Т и генератора Г.

В котле при сжигании топлива выделяется тепловая энергия, которая преобразуется в энергию водяного пара. В турбине Т водяной пар превращается в механическую энергию вращения. Генератор Г превращает энергию вращения в электрическую. Тепловая энергия для нужд потребления может быть взята из пара из турбины либо котла.

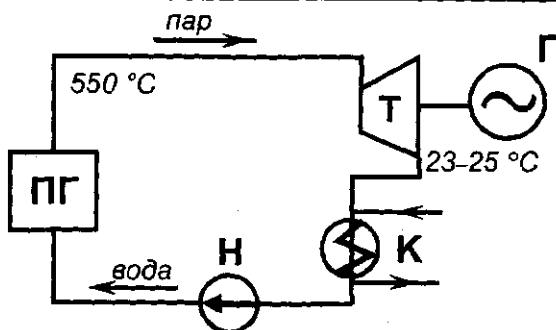
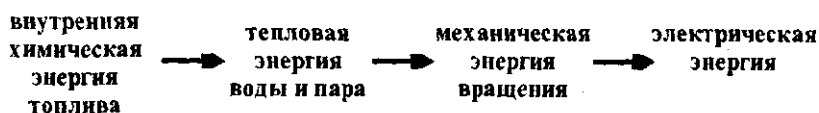


Рис. 4.3. Тепловая схема ТЭС.

На рис. 4.3 кроме основного оборудования ТЭС показаны конденсатор пара К, в котором отработанный пар, отдавая скрытую теплоту парообразования охлаждающей его воде, с помощью циркуляционного насоса Н в виде конденсата вновь подается в котел-парогенератор. Схема ТЭЦ отличается тем, что взамен конденсатора устанавливается теплообменник, где пар при значительном давлении нагревает воду, подаваемую в главные тепловые магистрали.

Технология преобразований энергии на ТЭС может быть представлена в виде цепи следующих превращений:



Отметим некоторые особенности работы ТЭС.

Топливо и окислитель, которым обычно служит воздух, непрерывно поступает в топку котла. В качестве топлива чаще всего используются уголь, сланцы, природный газ и мазут (продукт переработки нефти – остаток после отгонки из нефти бензина, керосина и других легких фракций). Однако использование природного газа и особенно мазута в перспективе должно сокращаться, так как это слишком ценные вещества, чтобы их использовать в качестве котельного топлива. За счет тепла, образующегося в результате сжигания топлива, в паровом котле вода превращается в пар с темпе-

рагурой около 550 °С. Можно было бы получить пар и с более высокой температурой, но это не выгодно. КПД ТЭС – это отношение полученной электрической энергии к тепловой энергии, образовавшейся при сжигании топлива; он растет при повышении начальной температуры пара. Но при этом для наиболее ответственных деталей установки, испытывающих большие механические нагрузки в сочетании с высокой температурой, приходится применять высококачественные, дорогие стали. Выигрыш в КПД не компенсирует повышенных затрат на металл.

В турбине способ преобразования тепловой энергии пара в механическую энергию состоит в следующем. Пар высокого давления и температуры, имеющий большую тепловую энергию, из котла поступает в сопла турбины. Сопла – это неподвижно укрепленные, не вращающиеся вместе с валом турбины, сделанные из металла каналы, в которых температура и давление пара уменьшаются, а значит, уменьшается и его тепловая энергия, но зато увеличивается скорость движения потока пара. Таким образом, за счет уменьшения тепловой энергии пара возрастает его механическая (кинетическая) энергия. Струя пара с высокой скоростью непрерывно вытекает из сопел и поступает на рабочие лопатки турбины, укрепленные на диске, жестко связанном с валом. Вал, диск и рабочие лопатки вращаются совместно с большой скоростью (3000 об./мин.). Скорость потока пара на рабочих лопатках, его механическая энергия уменьшается следующим образом. Канал между рабочими лопатками криволинеен. Поток пара, протекая по криволинейному каналу, меняет направление и величину скорости. Благодаря центробежной силе он оказывает давление на вогнутые поверхности лопаток. Вследствие этого рабочие лопатки, диск, вал – весь ротор приходит во вращение. При этом механическая энергия потока пара превращается в механическую энергию ротора турбины, а точнее – в механическую энергию турбогенератора, так как валы турбины и электрического генератора соединены между собой.

Современные паровые турбины для ТЭС – весьма совершенные, быстроходные, высокоэкономичные машины. Они многоступенчатые, т. е. имеют обычно несколько десятков дисков с рабочими лопатками и такое же количество перед каждым диском групп сопел, через которые протекает струя пара. Давление и температура пара постепенно снижаются.

После паровой турбины водяной пар, имея уже низкое давление — около 0,04 бара и температуру 25–23 °С, поступает в конденсатор. Здесь пар с помощью охлаждающей воды, прокачиваемой по расположенным внутри конденсатора трубкам, превращается в воду, которая с помощью насоса снова подается в котел. Цикл начинается заново.

Количество охлаждающей воды должно быть в несколько десятков раз больше, чем количество конденсируемого пара. Поэтому ТЭС строят поблизости от крупных водных источников.

Процесс производства электроэнергии на ТЭС условно можно разделить на три цикла:

1. **химический** — горение, в результате которого внутренняя химическая энергия топлива превращается в тепловую и передается пару;
2. **механический** — тепловая энергия пара превращается в энергию вращения турбины и ротора турбогенератора;
3. **электрический** — механическая энергия превращается в электрическую.

Общий коэффициент полезного действия ТЭС равен произведению коэффициентов полезного действия всех названных циклов:

$$\text{КПД}_{\text{ТЭС}} = \text{КПД}_{\text{хим.}} \cdot \text{КПД}_{\text{мех.}} \cdot \text{КПД}_{\text{эл.}} \quad (4.4)$$

Коэффициенты полезного действия химического и электрического циклов составляют около 90%. Коэффициент полезного действия идеального механического цикла определяется закономерностями цикла Карно:

$$\text{КПД}_{\text{мех.}} = \frac{T - T^*}{T} \cdot 100\%, \quad (4.5)$$

где T и T^* — соответственно температура пара на входе и выходе паровой турбины.

На современных ТЭС $T = 550\text{ }^\circ\text{C}$ ($823\text{ }^\circ\text{K}$), $T^* = 23\text{ }^\circ\text{C}$ ($296\text{ }^\circ\text{K}$). При этих температурах пара КПД паровой турбины составляет

$$\text{КПД}_{\text{мех.}} \% = \frac{550^\circ + 273^\circ - 23^\circ - 273^\circ}{550^\circ + 273^\circ} \cdot 100\% = 63\%$$

Следовательно, КПД конденсационной тепловой электростанции теоретически равен:

$$\text{КПД}_{\text{кэс}} = 0,9 \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 0,5.$$

Практически с учетом потерь КПД КЭС имеет меньшее значение и находится в пределах 36–39%.

Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), где осуществляется комплексная выработка электрической и тепловой энергии, обладают КПД в 1,5–1,7 раз выше, достигающим 60–65%. Комплексная выработка электроэнергии и тепла очень выгодна. На рис. 4.4 а, б показаны энергетические диаграммы для КЭС и ТЭЦ. На них наглядно отражается соотношение затраченной, полезно отпущенной энергии и потерь.

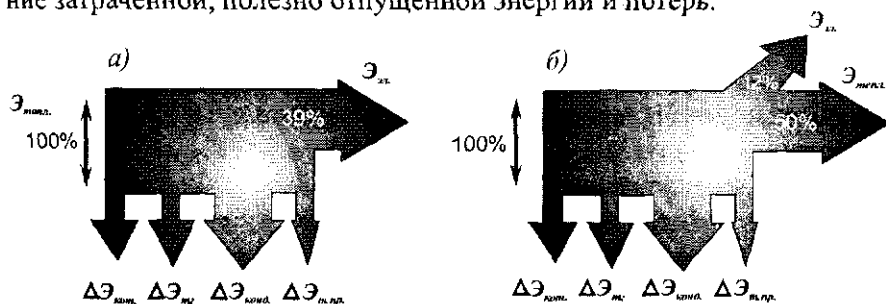


Рис. 4.4. Энергетические диаграммы: а) КЭС; б) ТЭЦ.

Таблица 4.1.

Потери энергии $\Delta\mathcal{E}$, %	в котельном агрегате $\Delta\mathcal{E}_{\text{кот.}}$	в турбогенераторе $\Delta\mathcal{E}_{\text{тг}}$	в конденсаторе $\Delta\mathcal{E}_{\text{конд.}}$	в трубопроводах $\Delta\mathcal{E}_{\text{т.пр.}}$
ЭС	12	6	41	2
ТЭЦ	12	4	20	2

В табл. 4.1 представлены в процентном выражении потери энергии в элементах электрических станций. Очевидно, коэффициенты полезного действия КЭС и ТЭЦ определяются соответственно выражениями:

$$\text{КПД}_{\text{кэс}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{эл.}}}{\mathcal{E}_{\text{топл.}}} = 39\%, \quad \text{КПД}_{\text{тэц}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{эл.}} + \mathcal{E}_{\text{тепл.}}}{\mathcal{E}_{\text{топл.}}} = 62\%.$$

Многим отраслям промышленности: химической, металлургической, текстильной, пищевой и др. – тепло необходимо для технологических целей. Примерно 50% добываемого топлива расходуется на тепловые нужды предприятий. Отработанный в турбинах КЭС пар имеет температуру 25–30 °С и давление около 0,04 бара (0,04·10⁻⁷ МПа) и непригоден для использования в технологических целях на предприятиях. Во многих производствах требуется пар давлением 0,5–0,9 МПа, а иногда и до 2 МПа для приведения в движение прессов, паровых молотов, турбин. Иногда требуется горячая вода, нагретая до 70–150 °С. Требуется горячая вода и для отопления жилых зданий.

Тепловая энергия в виде пара указанных параметров и горячей воды может производиться централизованно на ТЭЦ и в крупных котельных или децентрализованно на заводских мини-ТЭЦ и в индивидуальных котельных.

На ТЭЦ для получения пара с необходимыми потребителю параметрами используют специальные турбины с промежуточными отборами пара. В них, после того как часть энергии пара израсходуется на приведение в движение турбины и параметры его понизятся, производится отбор некоторой доли пара для потребителей. Оставшаяся доля пара обычным способом используется в турбине для приведения ее во вращение и затем поступает в конденсатор. Поскольку для части пара перепад давления оказывается меньшим, то несколько возрастает расход топлива на выработку электроэнергии. Однако это увеличение в конечном счете меньше по сравнению с расходом топлива в случае отдельной выработки электрической энергии и тепла на небольших котельных. При сжигании топлива только для получения тепла, например для отопления, весь «температурный напор» примерно от 1500 °С до 100 °С, т.е. от температуры, получаемой при сжигании топлива, до температуры, нужной для отопления, никак не используется. Выгоднее использовать этот температурный интервал больше 1000 °С для получения из тепловой энергии механической, а тепло (около 100 °С) направить на отопление. Конечно, в этом случае механической энергии при том же количестве сжигаемого топлива получится меньше за счет повышения конечной температуры примерно

на 70 °С (с 30 до 100 °С). Такое повышение необходимо для обеспечения температуры воды на нужды отопления. Горячая вода и пар под давлением до 3 МПа доставляются потребителям по трубопроводам. Совокупность трубопроводов для передачи тепла называется тепловой сетью. Передача тепла в виде пара неэкономична на расстояние более 5–7 км.

Централизованное теплоснабжение на базе комплексной выработки тепловой и электрической энергии обеспечивает в настоящее время основную долю потребности в тепле промышленного и жилищно-коммунального хозяйства, уменьшает расход топливно-энергетических ресурсов, а также материальных и трудовых затрат в системах теплоснабжения, имеет экологические преимущества.

Однако при максимальной централизации теплоснабжения на ТЭЦ можно выработать только 25–30% требуемой электрической энергии. Работа же конденсационных станций определяется условиями выработки электроэнергии, которую технологически и экономически возможно передавать на значительные расстояния. Это делает благоприятным концентрацию больших электрических мощностей и позволяет быстро наращивать электроэнергетический потенциал страны. Поэтому в национальной энергетической системе необходимо и целесообразно сочетание КЭС и ТЭЦ.

Нельзя не отметить, что в связи с главенствующей ролью энергосбережения в энергетической политике нашей республики весьма актуальна определенная степень децентрализации энергообеспечения экономики, в том числе промышленности. В качестве весьма энергоэффективного решения снабжения крупных производств электроэнергией и теплом рассматриваются мини-ТЭЦ.

Атомная электростанция (АЭС) по своей сути также является тепловой электростанцией и имеет ту же принципиальную схему (рис. 4.3). Однако вместо котла, где сжигается органическое топливо, используется ядерный реактор. Внутриядерная энергия превращается в тепловую энергию пара, которая затем – в механическую энергию вращения турбогенератора и в электрическую энергию. Наличие термодинамического цикла на АЭС ограничивает КПД этой станции, как и обычных тепловых станций. Недостаток АЭС заключается также в отсутствии маневренности: пуск и останов блоков и агрегатов этих станций требует значительных затрат времени и труда.

Значительно более высоким КПД обладают гидроэлектростанции (ГЭС) ввиду отсутствия на них термодинамического цикла (преобразования тепловой энергии в механическую). На ГЭС используется энергия рек. Путем сооружения плотины создается разность уровней воды. Вода, перестекая с верхнего уровня (бьефа) на нижний либо по специальным трубам – турбинным трубопроводам, либо по выполненным в теле плотины каналам, приобретает большую скорость. Струя воды поступает далее на лопасти гидротурбины. Ротор гидротурбины приводится во вращение под воздействием центробежной силы струи воды. Таким образом, на ГЭС осуществляется преобразование:

механическая энергия электрическая энергия
 воды воды



Поэтому теоретически их КПД может достигать 90%. Кроме того, ГЭС являются маневренными станциями, время пуска их агрегатов исчисляется минутами.

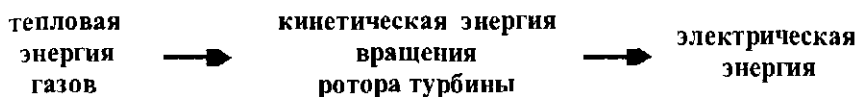
Замстим, что в энергосистеме желательно иметь сочетание различных типов станций. Комбинируя их характеристики, можно добиться наилучших характеристик энергосистемы в целом, в том числе наибольшей энергоэффективности.

4.4. ГАЗОТУРБИННЫЕ И ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

Рассмотренная в предыдущем параграфе схема ТЭС является основной, в ней используется парогенератор, в котором водяной пар служит носителем энергии. На ТЭС могут использоваться газотурбинные установки (ГТУ). Широкое распространение газовые турбины получили на транспорте в качестве основных элементов авиационных двигателей, на железнодорожном транспорте – газотурболокомотивы.

В ГТУ в качестве рабочего тела служит смесь продуктов сгорания топлива с воздухом или нагретый воздух при большом давлении и высокой температуре.

В ГТУ осуществляются следующие преобразования:



По конструктивному исполнению и принципу преобразования энергии газовые турбины не отличаются от паровых. Экономичность работы газовых турбин примерно такая же, как и двигателей внутреннего сгорания, а при очень высоких температурах рабочего тела их экономичность выше. Газовые турбины более компактны, чем паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания аналогичной мощности. При мощности 25–100 тыс. кВт КПД ГТУ составляет 27–28%; КПД зарубежных конструкций ГТУ мощностью 100 МВт достигает 31–32%. Важнейшим преимуществом газовой турбины является ее высокая маневренность: время запуска составляет 1–1,5 мин. ТЭС с газотурбинными установками более маневренна, чем паротурбинная, легко пускается, останавливается, регулируется. Это очень ценно, как мы увидим ниже, для экономичного и надежного функционирования энергетических систем. Пока мощности имеющихся газовых турбин в 5–8 раз меньше, чем паровых. Недостаток ГТУ заключается в том, что газовые турбины работают, в основном, на жидком высокосортном топливе или на газообразном (природный газ; искусственный газ, получаемый при особом сжигании твердых топлив). Тем не менее, аналитические исследования перспективных направлений развития мировой энергетики называют ГТУ в числе наиболее прогрессивных преобразователей энергии XXI века.

На рис. 4.5 представлена принципиальная схема ТЭС с газотурбинной установкой. В камеру сгорания 1 подается жидкое или газообразное топливо и воздух. Образующиеся в ней газы 2 высокого давления при температуре 750–770 °С направляются на рабочие лопатки турбины 3. Турбина 3 вращает электрический генератор 4, вырабатывающий электрическую энергию, и компрессор 5, служащий для подачи под давлением воздуха 6 в камеру сгорания. Сжатый в компрессоре 5 воздух 6 перед подачей в камеру сгорания 1 подогревается в регенераторе 7 отработанными в турбине горячими газами 8. Подогрев воздуха позволяет повысить эффективность сжигания топлива в камере сгорания.

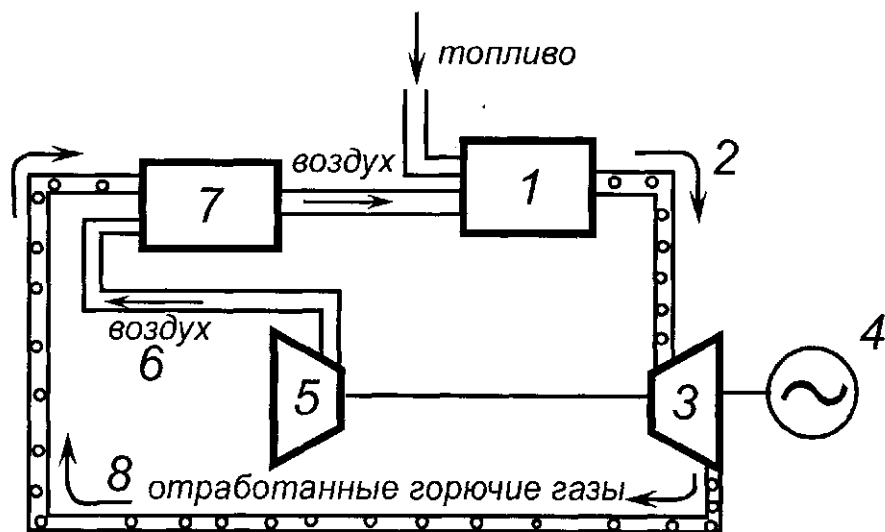


Рис. 4.5. Принципиальная схема ТЭС с газотурбинной установкой (ГТУ).

Для повышения экономической эффективности использования ГТУ на ТЭС применяют **парогазовые установки – совмещение газотурбинных и паротурбинных агрегатов**. Они являются высокоманевренными и служат для покрытия пиковых нагрузок в энергосистеме.

Дело в том, что отработанные в ГТУ газы имеют высокую температуру, что неблагоприятно сказывается на **КПД** термодинамического цикла. Совмещение газо- и паротурбинных агрегатов так, что в них происходит совместное использование тепловой энергии, получаемой при сжигании топлива, позволяет на **8–10%** повысить в целом экономичность установки, получившей название парогазовой, и снизить ее стоимость на **25%**.

Парогазовая установка является бинарной, так как в ней используются два рабочих тела: пар и газ. Принципиальная схема ТЭС с парогазовой установкой приведена на рис. 4.6а. На ней обозначены: **1** – парогенератор, **2** – компрессор, **3** – газовая турбина, **4** – генератор, **5** – паровая турбина, **6** – конденсатор, **7** – насос, **8** – экономайзер. Экономайзер позволяет отработанные в турбине газы использовать для подогрева питательной воды, что даст возможность уменьшить расход топлива и повысить **КПД** до **44%**. На рис. 4.6б представлена еще одна возможная

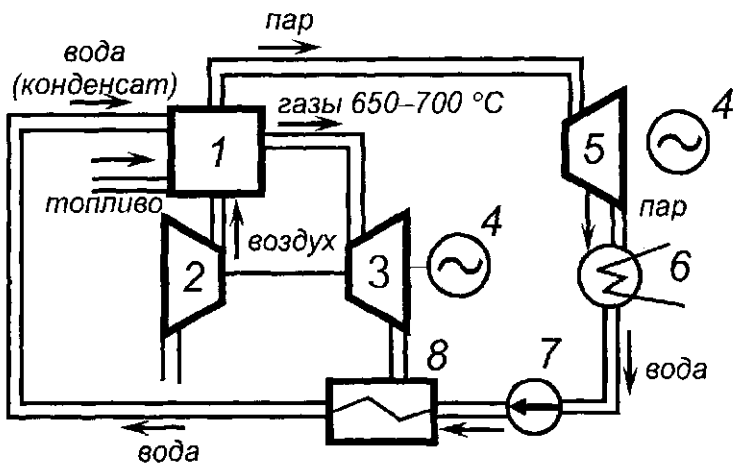


Рис. 4.6 а. Принципиальная схема ТЭС с парогазовой установкой.

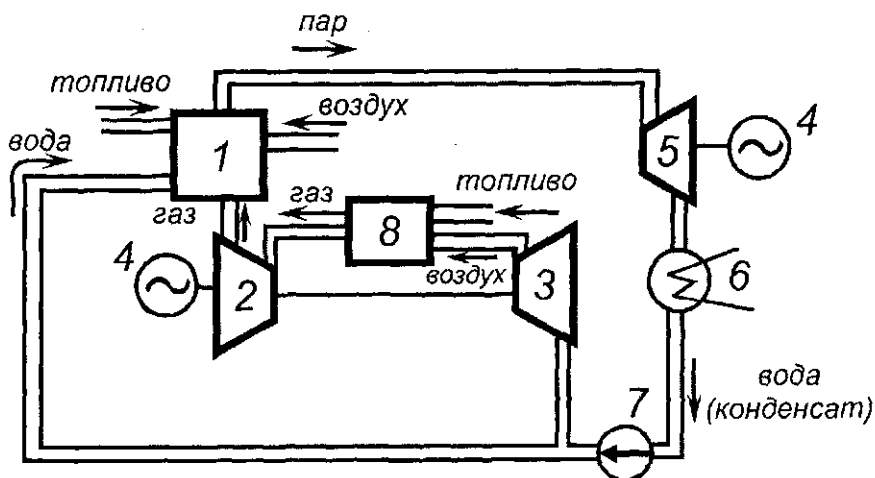


Рис. 4.6 б. Схема ТЭС с парогазовой установкой с выбросом отработанных газов в паровой котел.

схема ТЭС с парогазовой установкой – с выбросом отработанных газов в паровой котел. Здесь 8 – камера сгорания.

4. 5. ГРАФИКИ НАГРУЗКИ И АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

Производство электрической и тепловой энергии на электростанциях и их потребление различными пользователями – процессы взаимосвязанные. В силу физических закономерностей **мощность потребления энергии в какой-либо момент времени должна быть равна генерируемой мощности**. В этом заключается особенность энергетического производства. К сожалению, отсутствуют возможности складирования электрической и тепловой энергии. Практическое применение известных способов аккумуляирования (накопления) различных видов энергии весьма затруднительно.

В то же время работа отдельных потребителей электрической и тепловой энергии неравномерна и суммарное потребление энергии также неравномерно.

Потребителю требуется электроэнергия днем больше, чем ночью, в рабочий день недели больше, чем в субботу и воскресенье, зимой больше, чем летом. **Режим потребления электрической или тепловой энергии потребителем: предприятием, районом, городом, страной – в течение определенного отрезка времени: суток, месяца, года – отражается с помощью графика нагрузки**. Соответственно, различают суточный, месячный, годовой графики нагрузки.

Итак, график нагрузки – это зависимость потребляемой мощности от времени суток, месяца, года. Графики нагрузки существенно отличаются для воскресных и рабочих дней, для зимних и летних месяцев и т.п. Графики нагрузки отдельных потребителей и в целом энергосистемы имеют **неравномерный характер**.

Суточный график нагрузки района или города складывается из графиков нагрузки множества отдельных потребителей и отражает изменение во времени суммарной мощности всех потребителей района или города, имеет минимумы – провалы и максимумы – пики. Значит, в одни часы суток требуется большая суммарная мощность генераторов, а в другие часть генераторов или электростанций должна быть отключена или работать с меньшей нагрузкой. На рис 4.7 представлен примерный

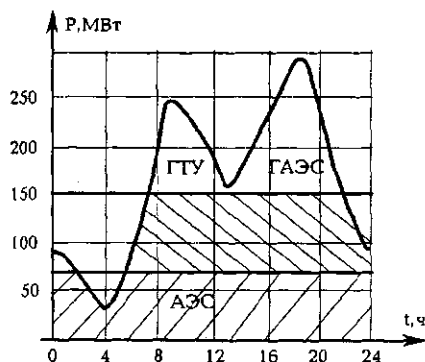


Рис. 4.7. Примерный график потребления электроэнергии в течение зимних суток в большом городе.

график потребления электрической энергии в течение зимних суток в большом городе. Вы видите два характерных пика: утром, в 8–9 часов (подъем людей и начало рабочего дня) и вечером, в 18–19 часов (наступление темноты и возвращение с работы) – и характерный ночной провал нагрузки.

Из графиков нагрузки отдельных потребителей складывается суммарный график потребления для энергосистемы (ЭС) страны, так называемая национальная кривая нагрузки. Задача ЭС состоит в обеспечении этого графика. Количество электростанций в энергосистеме страны, их установленная мощность определяются относительно непродолжительным максимумом национальной кривой нагрузки. Это приводит к недоиспользованию оборудования, удорожанию энергосистем, росту себестоимости вырабатываемой электроэнергии.

Кардинально изменить характер потребления электрической и тепловой энергии весьма сложно. Более того, объективно существует тенденция роста неравномерности энергопотребления в силу перспективы увеличения доли коммунально-бытовой нагрузки.

Отсюда выявляются важнейшие цели энергетического менеджмента:

- обеспечение графиков нагрузки,
- выравнивание национальной кривой нагрузки.

Более ровная форма национальной кривой нагрузки означает более эффективное использование энергетических ресурсов в масштабах всей страны, и, следовательно, более успешную реализацию энергосберегающего потенциала.

Рассмотрим возможности и пути достижения указанных целей.

Обеспечить график нагрузки означает организовать бесперебойную подачу электроэнергии в часы максимального потребления при дефиците мощности в энергосистеме, а в часы минимума потребления энергии не допускать разгрузки той части генерирующего оборудования,

для которой это приводит к существенному сокращению сроков работы, иметь в энергосистеме оборудование, обладающее высокой маневренностью (газотурбинные установки, гидроаккумулирующие станции и т. п.), и энергоаккумулирующие установки.

Итак, чтобы обеспечить неравномерные графики нагрузки, электроэнергетические системы должны быть достаточно маневренными, т.е. способными быстро изменять мощность электростанций.

В промышленно развитых странах большая часть электроэнергии, около 80%, вырабатывается на ТЭС, для которых наиболее желателен равномерный график нагрузки. На агрегатах этих станций невыгодно производить регулирование мощности. Обычные паровые котлы и турбины тепловых станций допускают изменение нагрузки на 10–15%. Периодические включения и отключения ТЭС не позволяют решить задачу регулирования мощности из-за большой продолжительности (часы) этих процессов. Работа крупных ТЭС в резко перемennom режиме нежелательна, так как приводит к повышенному расходу топлива, износу теплосилового оборудования и снижению его надежности. Еще более нежелательны переменные режимы для АЭС. Поэтому ТЭС и АЭС работают в режиме так называемых базовых электростанций, покрывая неизменяющуюся постоянную нагрузку энергосистемы, т.е. базовую часть графика нагрузки (рис. 4.7).

Дефицит в маневренных мощностях, т.е. пиковые и полупиковые нагрузки энергосистемы покрываются ГТУ или парогазовыми установками на ТЭС, ГАЭС, ГЭС, у которых набор полной мощности от нуля можно произвести за 1–2 минуты. Регулирование мощности ГЭС производится следующим образом: когда в системе – провалы нагрузки, ГЭС работают с незначительной мощностью и вода заполняет водохранилище, при этом запасается энергия; с наступлением пиков нагрузки включаются агрегаты станции и вырабатывается энергия. Накопление энергии в водохранилищах на равнинных реках приводит к затоплению обширных территорий, что является отрицательным экологическим фактором. Целесообразно строительство ГЭС на быстрых горных реках.

В Беларуси в настоящее время осуществляется программа восстановления построенных в довоенные годы малых ГЭС, которые являются экологически чистыми возобновляемыми источниками энергии и будут способствовать обеспечению маневренности Белорусской ЭС.

Решение задачи выравнивания национальной кривой нагрузки связано с разработкой и реализацией политики управления спросом на энергию, т. е. управления энергопотреблением. Управление спросом на энергию может осуществляться как социально-экономическими, так и техническими мероприятиями и средствами.

Весьма действенным экономическим инструментом являются дифференцированные тарифы (цены) на электрическую и тепловую энергию: в периоды максимумов нагрузки тарифы выше, что стимулирует потребителей к перестройке работы с целью уменьшения потребления в часы максимума нагрузки энергосистемы. В дальнейшем будут рассмотрены и другие экономические механизмы обеспечения эффективности энергопотребления.

Эффективной технической мерой выравнивания графиков нагрузок служит аккумулярование различных видов энергии. Идея заключается в том, что в часы провала нагрузки следует запастись электроэнергией, а в часы максимума – использовать ее. Представляет значительный интерес идея так называемого встречного регулирования режима потребления и способы ее практического осуществления. Суть ее состоит в том, чтобы стимулировать потребителя к максимальному потреблению в часы минимума ЭС и к минимальному потреблению в часы максимума ЭС.

Таким образом, можно определить 3 основных пути решения проблемы несоответствия режимов энергопроизводства и энергопотребления и, следовательно, 3 конкретных задачи энергетического менеджмента:

1. Оптимизация структуры генерирующих мощностей, т.е. рациональный выбор числа, видов, установленной мощности электрических станций;
2. Разработка и использование системы социально-экономических мероприятий, стимулирующих потребителя к уменьшению потребления в часы максимумов нагрузки энергосистемы;
3. Разработка и внедрение способов и устройств аккумулярования энергии.

Рассмотрим технические возможности аккумулярования различных видов энергии.

Механические системы аккумулярования энергии: гидро- и газоаккумулярующие станции, маховые колеса.

Небольшие реки, каких много в Беларуси, малопригодны для регулирования мощности в энергосистеме, так как они не успевают заполнить водой водохранилище. Задачу снятия пиков нагрузки могут помочь решить гидроаккумулирующие станции (ГАЭС). Принципиальная схема ГАЭС дана на рис. 4.8. Когда электрическая нагрузка в ЭС минимальна, вода из нижнего водохранилища перекачивается в верхнее, при этом потребляется электроэнергия из системы, т.е. ГАЭС работает в двигательном режиме. В режиме непродолжительных пиков – максимумов нагрузки ГАЭС работает в генераторном режиме и, расходуя запасенную в верхнем водохранилище воду, выдает электроэнергию в ЭС. Рельеф Беларуси отличается наличием естественных перепадов местности, что позволяет сооружать станции с небольшим напором 80–110 м. Для Белорусской энергосистемы характерен значительный дефицит маневренной мощности, поэтому сооружение ГАЭС было бы весьма полезно.

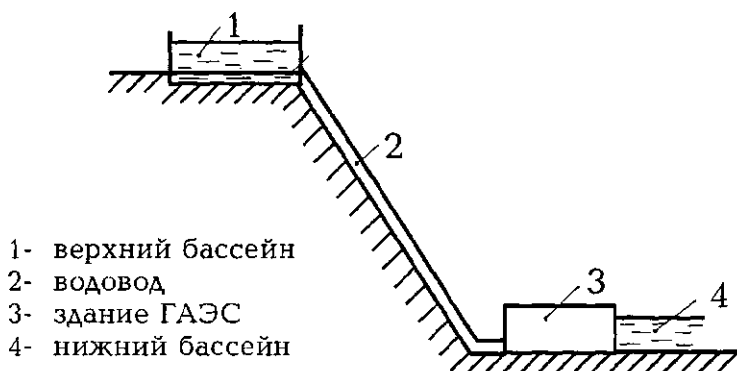


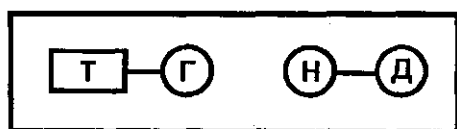
Рис. 4.8. Принципиальная схема ГАЭС.

Первые ГАЭС в начале XX в имели КПД не выше 40%, у современных его значение достигает 70–75%. На рис. 4.9 представлены возможные компоновки гидроаккумулирующих станций. На первых ГАЭС для выработки электроэнергии использовали турбины Т и генераторы Г, а для перекачки воды в верхний бассейн – электрические двигатели Д и насосы Н. Такие станции называли 4-машинными (рис. 4.9а). Сокращение числа машин существенно снижает стоимость ГАЭС и открывает перспективы для их применения. Объединение функций генератора и двига-

теля в одной машине привело к 3-машинной компоновке станций (рис. 4.9б). ГАЭС стали особенно эффективными после появления обратимых гидротурбин, выполняющих функции и турбин, и насосов (рис. 4.9в). Количество машин на станции в этом случае сокращается до двух, однако при 2-машинной компоновке КПД более низкий в связи с определенными трудностями технического характера. Весьма перспективно сочетание в энергетической системе ГАЭС и ветровых электростанций.

Идея сохранять запасенную ранее энергию в виде механической энергии сжатых газов не нова и насчитывает уже около 40 лет. Однако ее реальное воплощение требует решения многих технических проблем. Принцип работы воздухоаккумулирующей станции состоит в следующем: «внепиковая» электрическая энергия ЭС используется для привода компрессора, нагнетающего под давлением воздух в подземную полость (естественная пещера, заброшенная шахта или специально созданная полость); когда требуется использовать запасенную энергию, воздух под давлением направляется на ГТУ, вырабатывающую электрическую энергию и отдающую ее в сеть ЭС в период пика нагрузки. В Германии имеется опыт эксплуатации подобной электростанции. КПД воздухоаккумулирующей станции при сегодняшнем уровне техники может составлять 70%.

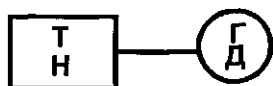
Идея аккумулирования энергии в виде механической энергии сжатых газов, в частности водорода, весьма перспективна для реализации в транспортных системах. Водород – наиболее экологически чистое топливо. Во многих странах ведутся интенсивные научно-исследовательские работы по его использованию на автомобильном транспорте. Водород H_2 может храниться не только в газообразной форме, но и в жидкой, а также как составная часть какого-либо химического соединения. Вариантом компактного и безопасного хранения водорода явля-



а)



б)



в)

Рис. 4.9. Компоновки ГАЭС.

ется хранение его в составе особого класса компаундов – металлических гидридов: MgH_2 , $MgNiH_4$ и т.п. В них атомарный водород Н «растворен» в металле. Система аккумулирования с использованием металлических гидридов привлекательна для электромобилей будущего без загрязненных выхлопов.

Супермаховик – это маховое колесо, которое можно разгонять до очень высокой скорости вращения, не боясь его разрыва. Запасаемая им энергия – это кинетическая энергия вращения самого колеса. Маховик соединен с валом генератора и помещен в герметичный корпус, где для уменьшения потерь от трения поддерживается вакуум. Устройство работает как генератор, когда возрастает потребление энергии в ЭС, и как электродвигатель, когда энергию целесообразно аккумулировать. К преимуществам маховиков как аккумуляторов можно отнести высокий КПД (80–90%), бесшумность работы, отсутствие загрязнения окружающей среды, быструю зарядку и возможность размещения непосредственно вблизи потребителя. Недостатками являются трудность обеспечения высокой степени концентрации энергии, необходимость разгона маховика, значительная стоимость устройства и жесткие требования к материалу махового колеса по прочностным характеристикам из-за опасности разрушения при высоких скоростях. Разрабатываются механические системы аккумулирования энергии на базе маховых колес для транспортных систем. В частности, созданы образцы городских автобусов.

Электрические системы аккумулирования: электростатические и индуктивные системы.

Электростатическая система (рис. 4.10) – емкостный накопитель принципиально представляет собой электрический конденсатор, помещенный в вакуум. При подключении его к внешнему источнику тока осуществляется зарядка конденсатора благодаря ориентации, смещению диполей диэлектрика и созданию разности потенциалов между пластинами конденсатора. Энергия аккумулируется в форме энергии однородного электрического поля конденсатора. После отключения внешнего источника конденсатор остается заряженным в течение значительного времени. Скорость утечки заряда определяется состоянием изоляции. При замыкании конденсатора на потребителя запасенная энергия выдается во внешнюю электрическую цепь.

Индуктивная система (рис. 4.11) конструктивно представляется катушкой индуктивности (соленоидом) с полым сердечником. При подсоединении ее к внешнему источнику в цепи протекает постоянный ток, создающий внутри и вокруг катушки постоянное магнитное поле. Электрическая энергия аккумулируется в виде энергии магнитного поля.

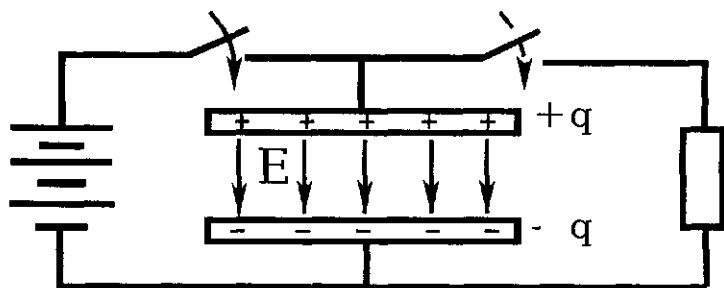


Рис.4.10. Принцип действия емкостного накопителя энергии.
 E – напряженность электрического поля; $\pm q$ – электрический заряд на обкладках конденсатора.

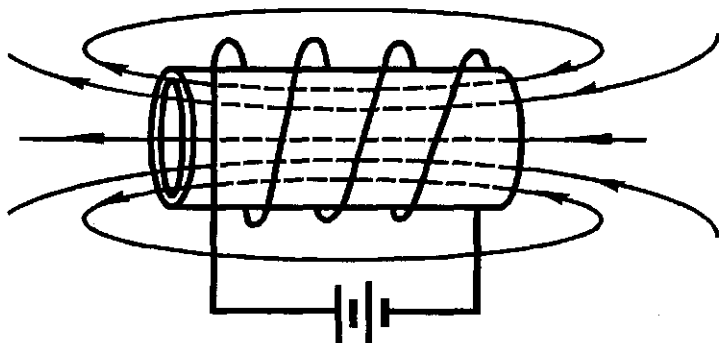


Рис.4.11. Принцип действия индуктивного накопителя энергии.

После отключения внешнего источника магнитное поле исчезает, а накопленная энергия поступает обратно в электрическую цепь. Обычные катушки индуктивности как накопители энергии практического значения иметь не могут в силу неспособности их сохранять энергию сколько-нибудь длительное время. Практический интерес представля-

ют сверхпроводящие катушки индуктивности с криогенной системой охлаждения, имеющие активное сопротивление равно нулю и могущие сохранять накопленную энергию в течение 10–12 часов. Однако такие системы достаточно дороги.

Индуктивные и емкостные накопители могут подключаться через выпрямители к электрической сети переменного тока. На сегодняшний день конструкций подобных накопителей, имеющих удовлетворительные промышленные характеристики, пока не создано.

Химические системы аккумулирования энергии предполагают накопление химической энергии в форме энергии связи электронов с ядрами в атомах или связи атомов в молекулах. Пример химического механизма аккумулирования энергии – реакция, происходящая у электродов электрических батарей – электрохимических аккумуляторов.

Электрическая батарея – комбинация включенных параллельно или последовательно двух и более электрохимических элементов. Батарея заряжается путем питания электрической энергией от внешнего источника, которая в электрохимических элементах преобразуется в химическую энергию. При подключении электрической батареи на внешнюю нагрузку (потребителя) она снова выдает электрическую энергию. Таким образом, электрохимический аккумулятор работает в режиме «заряд – разряд». Современные конструкции электрохимических аккумуляторов не удовлетворяют ни требованиям централизованного производства электрической энергии, ни использованию в транспортных средствах. Находят применение в основном свинцово-кислотные аккумуляторы для запуска двигателей внутреннего сгорания, прежде всего в автомобилях.

Принципиальная схема электрохимического элемента показана на рис. 4.12. В электролит – слабо концентрированную серную кислоту H_2SO_4 погружены анод из пористого свинца Pb , служащий топливом и отдающий электроны, и катод – набор сеток, заполненных перекисью свинца PbO_2 , на котором происходит восстановление (поглощение) электронов e веществом-окислителем. Реакции, протекающие в электрохимическом элементе в режиме разряда при подключении на внешнюю нагрузку, имеют вид:

- на аноде – $Pb - 2e + SO_4^{2-} = PbSO_4$,
- на катоде – $PbO_2 + 2e + 4H^+ + SO_4^{2-} = PbSO_4 + 2H_2O$.

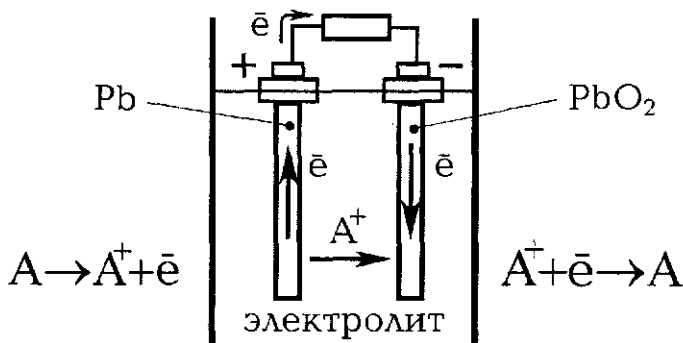


Рис. 4.12. Принципиальная схема электрохимического элемента.

Аккумулятор работает, пока оба электрода не покроются сульфатом свинца PbSO_4 . Восстановление аккумулятора осуществляется его зарядкой путем подключения к внешнему источнику напряжения.

Свинцово-кислотные аккумуляторы тяжелы, громоздки, обладают низкой мощностью на единицу массы и генерируют малое количество энергии на единицу массы. Перспективными считаются так называемые топливные элементы, которые будут рассмотрены в следующем параграфе. Они компактны, просты в эксплуатации и не загрязняют окружающую среду.

Аккумуляторы тепловой энергии. Различают две группы устройств накопления тепловой энергии.

В первой группе происходит аккумулярование явной теплоты. Ее накапливание осуществляется путем нагревания рабочего тела аккумулятора – большой массы какого-либо вещества, термически изолированного от внешней среды. Тот же принцип применяется для накопления холода: резервуар с рабочим телом охлаждается с помощью холодильной установки в ночное время, во время провала нагрузки энергосистемы.

Во второй группе устройств накопление тепловой энергии происходит путем аккумулярования скрытой теплоты. Это осуществляется в результате перехода рабочего тела из одного агрегатного состояния в другое: из твердого в жидкое, из жидкого в парообразное.

Передача тепла потребителю от аккумуляторов первой группы происходит за счет охлаждения рабочего тела и понижения его температу-

ры, а от аккумуляторов второй группы – путем возвращения рабочего тела в первоначальное агрегатное состояние.

Аккумуляторы явной теплоты применяются в системах производства электроэнергии, в том числе на солнечных электростанциях. Аккумуляторы скрытой теплоты – для питания потребителей коммунально-бытового сектора (широко применяются в солнечных отопительных установках жилого сектора США), сферы обслуживания.

4. 6. МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

На смену традиционным способам преобразования энергии неизбежно придут качественно новые, более совершенные, в первую очередь, способы непосредственного или прямого преобразования тепловой, ядерной, световой и химической энергии в электрическую энергию.

Способы прямого преобразования различных видов энергии в электрическую основываются на физико-химических явлениях и эффектах, открытых учеными. Пока эти способы не конкурентоспособны с традиционными способами производства электроэнергии, используемыми в большой энергетике.

Однако уже сегодня прямое получение электроэнергии широко применяется в автономных источниках энергии небольшой мощности, для которых показатели экономичности работы не имеют решающего значения, а важны надежность работы, компактность, удобство обслуживания, небольшой вес. Такие источники энергии используются в системах сбора информации в труднодоступных местах Земли и в межпланетном пространстве, на космических аппаратах, самолетах, судах и т. п.

Различают физические и химические источники электрической энергии. К физическим источникам относятся термоэлектронные генераторы, фотоэлектрические батареи, термоэмиссионные преобразователи. В химических источниках, например, гальванических элементах, аккумуляторах, электрохимических генераторах и т.п., используется энергия окислительно-восстановительных реакций химических реагентов.

Преобразование тепловой энергии в электрическую. Известные способы прямого преобразования тепловой энергии в электрическую подразделяются на три вида:

- магнитогидродинамические,
- термоэлектрические,
- термомиссионные.

МГД-метод и МГД-генератор. Магнитогидродинамический способ прямого преобразования тепловой энергии в электрическую является наиболее разработанным для получения больших количеств электроэнергии и лежит в основе МГД-генератора, опытные и опытно-промышленные образцы которого были созданы в Советском Союзе.

Сущность МГД-метода заключается в следующем.

В результате сжигания органического топлива, например, природного газа, образуются продукты сгорания. Их температура должна быть не ниже $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этой температуре газ становится электропроводным, переходит в плазменное состояние. Это означает, что происходит его ионизация. Плазма при такой относительно низкой температуре (низкотемпературная плазма) ионизирована лишь частично. Она состоит не только из продуктов ионизации – электрически заряженных свободных электронов и положительно заряженных ионов, но и из сохранившихся целыми, еще не подвергшихся ионизации молекул. Для того чтобы низкотемпературная плазма продуктов сгорания имела достаточную электропроводность при температуре около $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$, к ней добавляют присадку – легкоионизирующееся вещество (натрий, калий или цезий). Ее пары ионизируются при более низкой температуре.

В основе работы МГД-генератора лежит закон Фарадея об электромагнитной индукции: в проводнике, движущемся в магнитном поле, индуцируется ЭДС. В МГД-генераторе роль движущегося проводника выполняет движущийся поток низкотемпературной плазмы, т. е. поток ионизированного токопроводящего газа. На рис. 4.13 приведена принципиальная схема МГД-генератора: между полюсами постоянного магнита расположен расширяющийся канал, на противоположных стенках которого размещены электроды, замкнутые на внешнюю цепь. Плазма с небольшой добавкой легкоионизирующегося вещества при температуре около $2700\text{--}2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ поступает в канал МГД-генератора и за счет уменьшения ее тепловой энергии разгоняется там до скорости, близкой

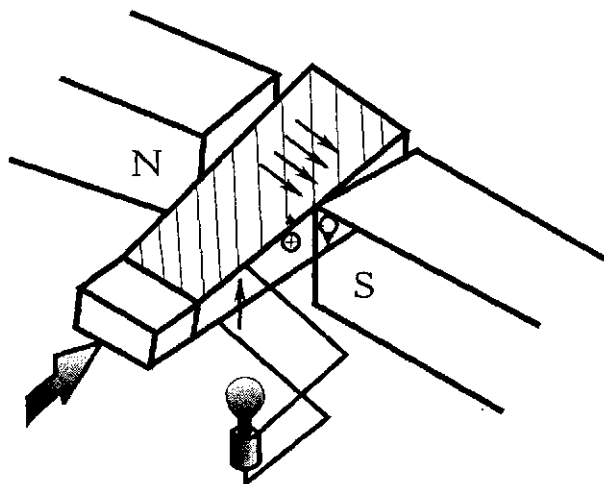


Рис. 4.13. Принципиальная схема МГД-генератора.

к звуковой и даже более высокой (до 2000 м/с и более). Протекая по каналу, электропроводная плазма пересекает силовые линии специально созданного магнитного поля, имеющего большую индукцию. Если направление движения потока перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, а электропроводность плазмы, скорость потока и индукция магнитного поля достаточно велики, то в направлении, перпендикулярном движению потока и силовым линиям магнитного поля, от одной стенки канала к другой возникнет ЭДС и электрический ток, протекающий через плазму. Взаимодействие этого электрического тока с магнитным потоком создает силу, тормозящую движение плазмы по каналу. Таким образом, кинетическая энергия потока плазмы превращается в электрическую энергию. На выходе температура плазмы равна примерно 300 °С. В МГД-генераторе осуществляется следующая цепь преобразований энергии:

тепловая энергия плазмы → кинетическая энергия потока плазмы → электрическая энергия

В чем же преимущества МГД-генератора?

Как известно, для увеличения КПД теплового двигателя необходимо повышать начальную температуру рабочего тела T . Но в тепловых

двигателях ТЭС – паровых турбинах начальную температуру водяного пара не поднимают выше 540 °С. Это объясняется тем, что наиболее ответственные элементы турбины, прежде всего рабочие лопатки, испытывают одновременно воздействие высокой температуры и большой механической нагрузки. В канале МГД-генератора вообще отсутствуют движущиеся части, поэтому материал, из которого сделаны элементы его конструкции, не испытывает сколько-нибудь значительных механических усилий. В этом состоит одно из важных преимуществ МГД-генератора.

И хотя не существует материала, способного выдерживать температуру 2600 °С, высокотемпературные элементы конструкции МГД-генератора охлаждаются обычно водой. Статические условия работы позволяют использовать материалы, на поверхности которых температура может достигать 2700–3000 °С. Это открывает широкие перспективы повышения КПД преобразования энергии. Теоретически КПД может достигать 90%, реально он составляет 50–60%.

Итак, в классическом паросиловом цикле имеют место следующие преобразования энергии: тепловая энергия, полученная при сжигании топлива, превращается во внутреннюю энергию пара в котле (550 °С), затем в механическую энергию турбины и в электрическую энергию генератора. В магнетогидродинамическом цикле: тепловая энергия, полученная при сжигании топлива (2600 °С), превращается в канале МГД-генератора в механическую энергию низкотемпературной плазмы и затем за счет работы против сил внешнего магнитного поля – в электрическую энергию генератора. Таким образом, цепочка преобразований энергии в МГД-методе значительно короче. Меньшее количество преобразований приводит к меньшим потерям и повышению эффективности всего цикла в целом. Экономия топлива составляет 20–25% по сравнению с традиционным циклом. КПД идеального теплового цикла Карно зависит от значений максимальной и минимальной температур рабочего тела. Максимальная температура рабочего тела в МГД-методе несравнимо выше.

На выходе из канала МГД-генератора продукты сгорания все еще имеют высокую температуру – около 2000 °С. При этой температуре плазма уже недостаточно электропроводна, поэтому продолжение процесса в МГД-генераторе невыгодно. В то же время продукты сгорания на выходе из канала обладают температурой более высокой, чем в топ-

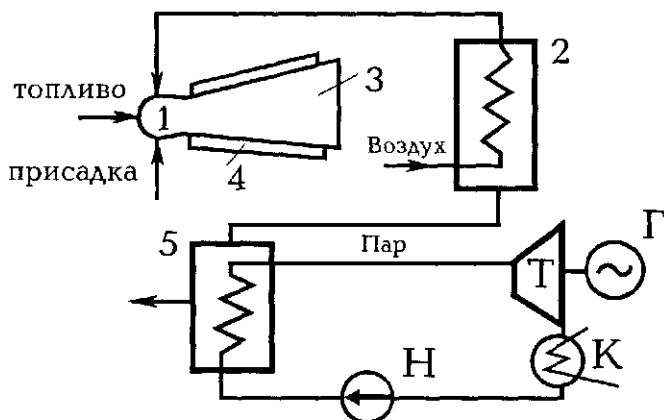


Рис. 4.14. Комбинация МГД-генератора с паросиловым циклом.

ке котла паросилового цикла. Их тепловую энергию целесообразно использовать. Эта идея реализуется в двухступенчатой установке – комбинации МГД-генератора с паросиловым циклом (рис. 4.14). В камеру сгорания 1 подается топливо, легкоионизирующаяся присадка и нагретый окислитель (воздух). Продукты сгорания с температурой около 2600 °С поступают через сопло в канал МГД-генератора 3, а из канала при температуре около 2000 °С – в парогенератор 5. Здесь за счет тепла, отдаваемого уходящими газами, происходит нагревание воды, образование и перегрев водяного пара. В парогенераторе или в отдельном воздухоподогревателе 2 производится подогрев направляемого в камеру сгорания 1 окислителя. Из парогенератора отводится, а затем используется вновь легкоионизирующаяся присадка.

Схема МГД-электростанции дана на рис. 4.15. Ее паросиловая часть принципиально не отличается от схемы ТЭС. Главное преимущество МГД-электростанции – возможность получения высокого КПД – до 50–60% против 40% для лучших ТЭС. Большинство существующих и строящихся опытных и опытно-промышленных МГД-установок рассчитано для работы на газовом топливе. Другим важным преимуществом МГД-электростанций является их высокая маневренность, создаваемая возможностью полного отключения МГД-ступени.

Существует ряд технических проблем реализации эффективных МГД-электростанций:

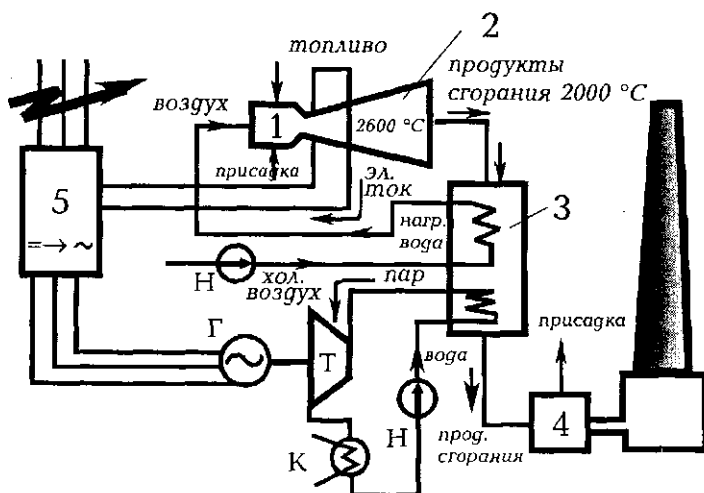


Рис. 4.15. Схема МГД-электростанции: 1 – топка; 2 – МГД-генератор; 3 – теплообменник-парогенератор; 4 – регенератор присадки; 5 – инвертор подстанции.

- создание материалов для стенок и электродов МГД-каналов, которые могли бы длительно и надежно работать при высоких температурах,
- создание сверхпроводящей магнитной системы, охлаждаемой жидким гелием,
- создание эффективного электрического инвертора для преобразования получаемого от МГД-установки постоянного тока в переменный.

В перспективе рассматривается возможность использования мощных МГД-установок на АЭС. В этом случае место камеры сгорания займет атомный реактор, а рабочим телом МГД-генератора будут служить не продукты сгорания, а более легко ионизирующийся газ, например, гелий.

Представляет интерес МГД-генератор с пульсирующей плазмой, позволяющий получать электрическую энергию при переменном токе.

Вопросам создания достаточно эффективных промышленных МГД-установок уделяется большое внимание во многих индустриально развитых странах мира.

Термоэлектрический генератор (ТЭГ). Работа ТЭГ основана на известном в физике эффекте Зеебека (1821 г.). Его сущность заключается в том, что в замкнутой электрической цепи, состоящей из разнородных материалов, протекает ток при разных температурах контактов материалов (термопар).

На рис. 4.16 показан термоэлемент, электрическая цепь которого состоит из двух проводников – меди и константана (сплав меди и никеля). Такие термопары используются для измерения температуры. Один из спаев находится при температуре, которую требуется измерить, а другой – при постоянной, например, при практически неизменной температуре смеси воды и льда. Если составить цепь из последовательно соединенных различных материалов, обычно полупроводников, т.е. цепь из отдельных термоэлементов, то получится термоэлектрический генератор (рис. 4.17). ЭДС, создаваемая ТЭГ, пропорциональна числу термоэлементов, его образующих. КПД термоэлемента, а следовательно, и ТЭГ регламентируется II законом термодинамики.

Из всех устройств, непосредственно преобразующих тепловую энергию в электрическую, ТЭГ в настоящее время находит наиболее широкое практическое применение. Основные достоинства ТЭГ: отсутствие движущихся частей, необходимости высоких давлений, возможность использования любых источников тепла, значительный ресурс работы. Однако ТЭГ пока еще дороги, их КПД невелик – до 10%. Они находят применение в качестве небольших, как правило, автономных источников энергии, например, на космических объектах, ракетах, подводных лодках, маяках и т. п.

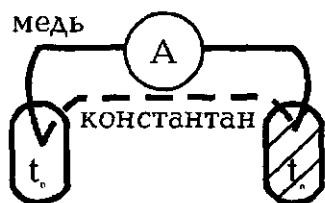


Рис. 4.16. Принципиальная схема термоэлемента:

A – амперметр;

t_p, t_n – температуры спаев.

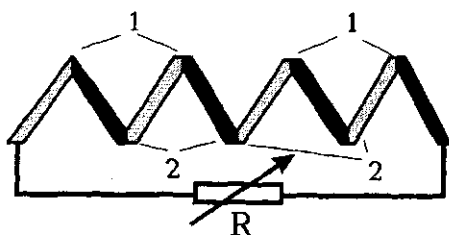


Рис. 4.17. Принципиальная схема термоэлектрического генератора (ТЭГ).

В зависимости от назначения ТЭГ могут преобразовывать в электрическую энергию тепловую, полученную в атомных реакторах, энергию солнечной радиации, энергию органического топлива и т.д. Тепло распада радиоактивных изотопов и тепло, получаемое при делении ядер тяжелых элементов в реакторах, стало применяться в ТЭГ с конца 50-х годов. Широкие исследования и конструктивные работы по совершенствованию ТЭГ ведутся в СНГ, США, Англии, Франции, Японии. Почти все современные ТЭГ содержат полупроводниковые материалы и изготавливаются мощностью от нескольких ватт до нескольких киловатт.

Исход промышленного применения ТЭГ во многом зависит от успехов поиска материалов, которые обладали бы свойствами полупроводников в условиях высоких температур (до 1100°C) и интенсивного радиоактивного облучения.

Вопрос о целесообразности применения тех или иных источников энергии решается в пользу ТЭГ, когда главное значение имеет не КПД, а компактность, надежность, портативность и удобство.

Термоэмиссионный преобразователь (ТЭП). Работа ТЭП основана на открытом Т. Эдисоном в 1883 г. явлении термоэлектронной эмиссии: если какое-либо твердое тело (металл, полупроводник) поместить в вакуум, то известное количество электронов этого тела перейдет в вакуум. Твердое тело называется эмиттером. Эмиссия электронов тем больше, чем выше температура эмиттера. Если поместить в вакуум два тела — два электрода, причём к одному из них (электроду-эмиттеру) подводить тепло и поддерживать его при более высокой температуре, а от второго (электрода-коллектора) тепло отводить, чтобы его температура оставалась более низкой (рис. 4.18), при подключении эмиттера и коллектора к внешней электрической цепи по ней потечет ток. Таким образом, получим источник тока, называемый термоэмиссионным преобразователем (ТЭП). Он, как и ТЭГ, преобразует тепловую энергию в электрическую, минуя ступень механической энергии, и, следовательно, подчиняется ограничениям, установленным II законом термодинамики.

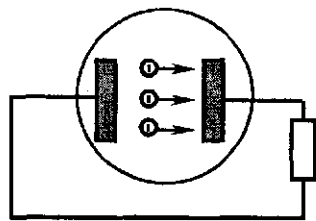


Рис. 4.18. Принцип действия термоэмиссионного преобразователя (ТЭП).

При использовании термоэмиссионных преобразователей в энергетических целях для нагрева катода можно воспользоваться теплом, получаемым в результате ядерной реакции. КПД первых ядерных ТЭП равен примерно 15%, по прогнозам, его можно будет довести до 40%. Принципиально возможна установка прямого преобразования ядерной энергии в электрическую, когда при радиоактивном распаде электроны испускаются вследствие естественного свойства элементов.

Возможно применение термоэлектрических элементов в так называемых тепловых насосах, осуществляющих в одной части выделение, а в другой – поглощение тепла одновременно за счет электрической энергии. При изменении направления тока насос работает в противоположном режиме, т. е. части, в которых происходит выделение и поглощение тепла, меняются местами. Такие тепловые насосы могут успешно применяться для терморегуляции жилых и прочих помещений. Зимой насосы нагревают воздух в помещении и охлаждают его на улице, а летом наоборот – охлаждают воздух в помещении и нагревают на улице.

Преобразование световой энергии. Многообещающе прямое превращение солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных элементов, в которых используется явление фотоэффекта. В настоящее время наиболее совершенны кремниевые фотоэлементы. Их КПД, однако, составляет не более 15%, и они очень дороги. Существуют различные варианты промышленного фотоэлектрического преобразования энергии, но для реализации этих проектов предстоит провести большой объем научных исследований и решить серьезные научно-технические проблемы.

Электрохимический генератор. В электрохимических генераторах происходит прямое преобразование химической энергии в электрическую, для чего используются водородно-кислородные топливные элементы. Последние были применены в космических кораблях серии «Аполлон» для полетов на Луну.

Топливный элемент – это обычный электрохимический элемент, отличающийся тем, что активные вещества к нему подаются извне, а электроды в электрохимических превращениях не участвуют.

Почему топливный элемент получил такое название и каков принцип его работы?

Можно сжечь водород в атмосфере кислорода. В результате образуется вода и выделяется тепло, которое затем можно использовать в теплосиловом двигателе. В топливном элементе также происходит реакция горения водорода, но она разделена на два процесса, в одном из которых участвует водород, а в другом – кислород.

На рис. 4.19 представлена схема топливного элемента. Элемент состоит из двух электродов, погруженных в электролит. На один из них непрерывно подается водород, а на другой – кислород. Поэтому отличием топливного элемента от электрического аккумулятора является то, что запас горючего – водорода и окислителя – кислорода постоянно пополняется. Водород, попадая на металлический электрод и находясь на разделе трех фаз: твердого электрода, электролита, газовой фазы, – переходит в атомарное состояние. Его двухатомная молекула H_2 разделяется на атомы, а атомы делятся на свободные электроны и ядра атомов – ионы. Электроны уходят в металл, а ядра атомов – в раствор (электролит). В результате электрод насыщается отрицательно заряженными электронами, а электролит – положительно заряженными ионами. Аналогичный процесс происходит на втором электроде, на который подается кислород. Вследствие происходящих у поверхности электрода процессов на нем появляются положительные электрические заряды. Кроме того, возникают отрицательно заряженные ионы OH^- , которые остаются в электролите и, соединяясь с ионами водорода, образуют воду H_2O . Если соединить внешней цепью оба электрода, то возникает электрический ток. Таким путем химическая энергия превращается в электрическую.

В топливном элементе отсутствует промежуточная стадия преобразования химической энергии в тепловую, поэтому его КПД не имеет ограничений, присущих тепловому двигателю. КПД топливного элемента вполне может достигать 65–70%. К тому же он работает при низкой температуре.

Идея топливного элемента появилась еще в середине XIX в., но по сей день отсутствует подходящая

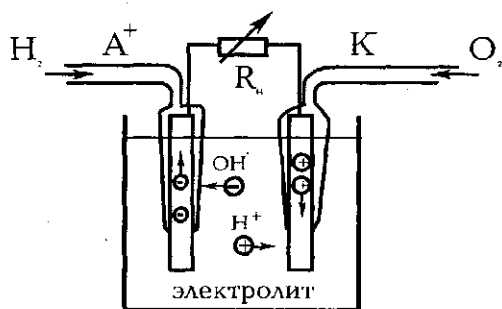


Рис. 4.19. Схема топливного элемента.

конструкция для широкого применения. Сегодня – начальный этап применения топливных элементов. Они используются, когда не требуется большая мощность, прежде всего как автономные источники тока. Удельная мощность топливных элементов хотя и во много раз больше, чем у электрических аккумуляторов, но еще примерно в 3 раза меньше по сравнению с бензиновыми двигателями.

Первыми потребителями топливных элементов будут космические аппараты, нуждающиеся в небольших по мощности бортовых источниках тока, и электромобили. В космических аппаратах водородно-кислородные топливные элементы уже находят применение, что же касается электромобилей, то пока создаются опытные образцы.

Использование водорода в качестве топлива сопряжено с высокой стоимостью эксплуатации топливных элементов, поэтому изучаются возможности применения других видов топлива, в первую очередь природного и генераторного газа, т.к. они относятся к дешевым видам топлива. Однако для удовлетворительных скоростей протекания реакции окисления газа необходимы высокие температуры – 800–1200 °С, что требует применения твердых электролитов с ионной проводимостью.

4.7. ТРАНСПОРТ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

Различные виды энергоресурсов неравномерно распределены по районам Земли, по странам, а также внутри стран. Места их наибольшего сосредоточения обычно не совпадают с местами потребления. Так, больше половины мировых запасов нефти сосредоточено в районах Среднего и Ближнего Востока, а потребление энергоресурсов там в четыре с лишним раза ниже среднемирового.

Несовпадение мест сосредоточения и потребления энергоресурсов вызывает необходимость в транспортировке энергии.

Примерно 30–40% от добытых и предназначенных к полезному использованию **первичных энергоресурсов теряется при добыче, транспортировке и хранении.**

Распределение топливных ресурсов потребителям для выработки электроэнергии на электростанциях, получения горячей воды и пара в

котельных установках, непосредственного использования в промышленности и на транспорте происходит по довольно сложной схеме с возможной взаимозаменяемостью. Это распределение также сопровождается потерями энергии.

В связи с этим возникает задача оптимизации системы транспорта и распределения энергии как по элементной, территориальной структурам, так и по видам энергоносителей.

Энергия может передаваться в различной форме. Например, можно перевозить нефть и уголь от месторождений до крупных промышленных центров и городов, а затем сжигать их на электростанциях, получая электрическую и тепловую энергию. Возможен и другой вариант, когда электростанция сооружается вблизи месторождений топлива, а электрическая энергия передается по проводам к удаленным промышленным предприятиям и городам.

Целесообразность передачи на расстояние тех или иных носителей энергии определяется их энергоемкостью.

Место расположения электростанций не может быть выбрано произвольно. Его определение – задача многоцелевой оптимизации и зависит от технических, экологических, социально-экономических критериев. Расположение ТЭС прежде всего зависит от размещения месторождения и энергоемкости топлива, от размещения потребителя, источника водоснабжения, ГЭС – от наличия гидроэнергоресурсов, возможностей создать напор, соорудить плотину, ожидаемого экологического ущерба от затопления, АЭС – от условий радиационной безопасности, наличия источника водоснабжения и т.д. При выборе места строительства электростанции обязательно оцениваются транспортные расходы. Для ТЭС могут рассматриваться и сопоставляться передача электроэнергии по проводам (электронный транспорт), железнодорожный (перевозка угля, нефти) и трубопроводный транспорт топлива. Для ГЭС – только передача электроэнергии.

Передача первичных энергетических ресурсов к преобразующим энергию установкам, в том числе к электростанциям, может осуществляться перевозками по суше и воде или перекачкой по каналам, трубопроводам воды, угля, газа и т.д.

Транспорт нефти и нефтепродуктов. В настоящее время наиболее выгодным видом транспорта энергии является перекачка нефти и

нефтепродуктов по трубопроводам. Близка к ней по экономичности перевозка нефти и продуктов ее переработки на больших танкерах по морям, океанам. Именно вследствие малых затрат на транспортировку мировые цены на нефть мало зависят от места ее потребления. Как и все жидкости, нефть почти несжимаема, и поэтому расход энергии на ее перекачку определяется только необходимостью преодоления сил трения в трубопроводе, т.е. является относительно малым. Протяженные нефте- и продуктопроводы требуют затрат большого количества труб. Поэтому правильное определение их пропускной способности может дать существенный эффект экономии. Пропускная способность сильно зависит от соотношения затрат металла в трубах и энергии, идущей на перекачку. Важно объективно соотнести затраты в трубопроводах и в производство электроэнергии. В электроэнергетике нефть и нефтепродукты используются все меньше в силу ценности их как химического сырья и экологических причин. Эта тенденция в дальнейшем не только сохранится, но и усилится.

Транспорт газа. Перекачка по трубопроводам природного газа стоит уже значительно дороже. Так как газ сжимаем, то вместо употребляемых на нефтепроводах насосов здесь приходится использовать компрессоры. Представляет интерес перекачка газа в сжиженном состоянии. Расход энергии на перекачку резко снижается, а диаметр трубопровода при том же количестве транспортируемого газа может быть выбран гораздо меньший. Наряду с природным газом используются и некоторые другие источники газового топлива: попутный газ нефтедобычи, коксовый и доменный газы, получаемые как побочный продукт производства кокса и чугуна, и пр. Ведутся работы по так называемой энерготехнологической переработке твердых топлив, в ряде схем которой наряду с другими продуктами получается искусственный газ.

Транспорт угля на дальние расстояния. Для этой цели используется только железнодорожный и водный транспорт. Проявляется интерес к транспорту угля по трубопроводам в контейнерах и в виде пульпы, т.е. примерно 50%-ной смеси измельченного угля с водой.

Передача электрической энергии. Более универсальным средством транспорта энергии является электронный – электропередачи, которые включают собственно линию электропередачи (ЛЭП), повысительную и понизительную электрические подстанции.

Кроме передачи энергии они осуществляют связи между электростанциями и энергетическими системами для их параллельной работы. Такие межсистемные связи позволяют повысить надежность режимов энергосистем, сократить необходимый резерв мощности, облегчить работу энергосистемы в периоды максимальной и минимальной нагрузок.

Линии электропередачи могут быть переменного или постоянного тока, воздушными или кабельными, различного электрического напряжения и конструктивного исполнения. Современные электропередачи сверх и ультравысокого напряжения представляют собой «электронные мосты» длиной тысячи-сотни километров, соединяющие мощные электростанции, где концентрированно производится электроэнергия, с крупными центрами энергопотребления.

Распределительные системы. Передача и распределение до-ставленной электрической энергии осуществляется на более низких напряжениях по распределительным электрическим сетям.

Распределение тепловой энергии осуществляется по тепловым сетям и ограничивается радиусом 5–7 км.

Весьма разветвленными, сложными по структуре системами являются современные нефте- и газораспределительные сети, назначение которых – доставить газ от основной магистрали через газораспределительные пункты, где осуществляется снижение давления газа, и газопроводы к многочисленным потребителям.

РЕЗЮМЕ

1. Понятие «энергосбережение» связано с качеством энергии. Сохраняет энергию сама природа в соответствии с законом сохранения энергии. Сберегать нужно эксергию – работоспособность энергии, т. е. качество. Практическая пригодность различных видов энергии зависит от количества эксергии и ее концентрации в объеме энергоносителя. Переход энергии тепловой в механическую – не единственный результат термодинамического процесса: он всегда сопровождается компенсирующим процессом.

2. КЭС вырабатывают электрическую энергию с КПД 36–39%. На ТЭС осуществляется комплексная выработка электрической и тепловой энергии с КПД 60–65%. ГЭС, ГАЭС – маневренные станции с КПД до 90%. ГТУ, парогазовые установки – высокоманевренные агрегаты, служат для покрытия пиковых нагрузок в энергосистеме (ЭС). Национальная ЭС более эффективна при оптимальном сочетании в ней разных типов электростанций.
3. Особенность энергопроизводства: мощность потребления энергии в любой момент времени должна быть равна генерируемой мощности. Цели энергоменеджмента: обеспечение графиков нагрузки, выравнивание национальной кривой нагрузки за счет оптимизации структуры генерирующих мощностей, социально-экономических мероприятий, стимулирующих к уменьшению потребления в часы максимумов нагрузки энергосистемы, аккумулирования энергии.
4. На смену традиционным способам преобразования энергии неизбежно придут способы прямого преобразования тепловой, ядерной, световой и химической энергии в электрическую.
5. 30–40% ПЭР теряется при добыче, транспортировке и хранении. Системы транспорта и распределения энергии оптимизируются по видам энергоносителей, по элементной и территориальной структурам.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Назовите и сформулируйте основные физические законы, объясняющие существо энергосбережения и определяющие его возможности.
2. Что такое энергосбережение? Каковы основные пути его осуществления?
3. Объясните понятие качества энергии, назовите определяющие его параметры.

4. Что такое эксергия? Объясните отличие тепловой энергии от других видов энергии.
5. Назовите и докажите преимущества электрической энергии над другими видами энергии.
6. Что такое тепловая машина? Каков принцип ее действия? От чего зависит КПД тепловой машины?
7. Какие вы знаете способы преобразования энергии? Подробно объясните один из них по своему выбору, назовите его преимущества, недостатки, область применения.
8. Что такое графики нагрузки? Какие они бывают и зачем нужны? Чем вызвана неравномерность графиков нагрузки? Какие Вы знаете задачи энергоменеджмента, связанные с графиками нагрузок, в том числе с тенденцией роста их неравномерности?
9. Какие Вы знаете виды электрических станций? Почему в электроэнергетической системе должны быть различные виды электростанций? Укажите их роль в покрытии графика нагрузки энергосистемы.
10. Назовите виды тепловых электростанций, объясните их принципиальные отличия друг от друга, их функции в энергосистеме.
11. В чем преимущества комплексного (комбинированного) производства электрической и тепловой энергии? Почему в электроэнергетической системе должны быть различные виды ТЭС?
12. Что такое газотурбинная установка? Назовите ее свойства и области применения. Объясните преимущества ТЭС с ГТУ и ее роль в энергосистеме.
13. Что такое парогазовые установки? Укажите их преимущества.
14. Назовите энергоустановки, которые могут обеспечить покрытие пиковых и полупиковых нагрузок в энергосистеме. Объясните принцип действия одной из них по выбору.
15. Какие электрические станции есть в Белорусской энергосистеме? Каково Ваше мнение о целесообразности строительства в Беларуси АЭС? Аргументируйте свой ответ.

16. Назовите известные Вам способы получения тепловой энергии. Сравните их.
17. Какие Вы знаете системы аккумулирования энергии? Каково их значение с точки зрения энергосбережения? Объясните принцип действия одного из устройств аккумулирования энергии по своему выбору.
18. Назовите механические системы аккумулирования энергии, области их применения.
19. Укажите виды аккумуляторов тепловой энергии, область их применения.
20. Дайте характеристику методам прямого преобразования энергии, перспективам их использования.
21. В чем суть магнитогидродинамического способа преобразования энергии? Каковы возможности его применения в большой энергетике?
22. Что такое топливный элемент? Объясните его устройство и перспективы использования.
23. Укажите известные способы транспорта различных видов энерго-ресурсов и условия выбора того или иного способа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дэвинс Д. Энергия: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.
2. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: В 5 кн. / Под ред. В.А. Веникова. – Кн. 4. Потребление электрической энергии – надежность и режимы / Михайлов В.В., Поляков М.А. – М.: Высшая школа, 1989. – 143 с.
3. Юст Э., Винзель Л. Топливные элементы. – М.: Мир, 1964. – 480 с.
4. Поспелов Г.Е., Запатрин Р.И., Поспелова Т.Г. Технико-экономические характеристики дальних электропередач с промежуточными присоединениями. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 174 с.
5. Тиходеев Н.Н. Передача электрической энергии / Под ред. В.И. Попкова. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 248 с.

6. И. Клима. Оптимизация энергетических систем. – М.: Высшая школа, 1991. – 302 с.
7. Поспелов Г.Е., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Проектирование. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 308 с.
8. Развитие электроэнергетики и топливоснабжения электростанций: Сб. науч. тр. / ЭНИН им. Г.М. Кржижановского. – М., 1990. – 220 с.

ГЛАВА 5.

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (ТЭК) И УПРАВЛЕНИЕ ИМ

БОЛЬШИЕ СИСТЕМЫ И ИХ СВОЙСТВА:
организованность, управляемость, эмерджентность,
двойственность, иерархичность, взаимосвязанность
с внешней средой, многокритериальность,
разнообразие, динамизм, многовариантность

ПОНЯТИЕ О ТЭК И ЕГО СТРУКТУРЕ:
углеснабжающая, нефтеснабжающая,
газоснабжающая, ядерно-энергетическая,
электроэнергетическая, теплоснабжающая системы

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В ТЭК.
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС
(ТЭБ)**

**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМЫ**

**УЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ
И УПРАВЛЕНИИ ТЭК:**
выявление источников энергосбережения – оценка
энергосберегающих потенциалов – выбор и расчет
энергосберегающих эквивалентов – их ввод в
математические модели и алгоритмы оптимизации
энергетических систем

**СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ТЭК
И СИСТЕМОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

1. Объяснить, что такое топливо-энергетический комплекс (ТЭК), какова его структура, почему он относится к классу больших систем, каковы в связи с этим особенности управления им.
2. Рассказать о сути технологического процесса в ТЭК и значении топливо-энергетического баланса.
3. Объяснить, как учитывается потенциал энергосбережения при планировании и управлении ТЭК.
4. Назвать органы управления ТЭК и системой энергосбережения в Республике Беларусь.

5.1. БОЛЬШИЕ СИСТЕМЫ И ИХ СВОЙСТВА

Энергетические системы и межотраслевая система энергосбережения относятся к классу больших производственно-экономических систем, которые обладают определенными свойствами и требуют соответствующих подходов к их эксплуатации и управлению ими.

Большие системы – это динамические системы, т.е. их параметры, режимы изменяются во времени. Изучение их может осуществляться только на основе системного подхода с применением методов системного анализа [1].

Рассмотрим главные свойства больших систем.

Организованность и управляемость на основе адаптации и эргатичности. Под организованной системой понимается система, обладающая тремя свойствами:

- некоторой упорядоченностью элементов: элементы системы расположены не хаотично, а в определенном порядке, благодаря чему она в состоянии выполнять целенаправленные действия;
- наличием функционально разных, но взаимосвязанных частей, позволяющих различать структуру и назначение элементов системы, определять характер взаимодействия их между собой и с окружающей средой;

– непрерывно реализуемой способностью получать извне информацию и использовать ее для поддержания упорядоченности на определенном уровне; без информации о внешнем мире любая система рано или поздно утратит свою организованность.

Управляемость системы означает целенаправленность ее движения (изменение состояния) на основе некоторого алгоритма управления. Управление большой системой является адаптивным, если оно приспосабливается к изменяющимся во времени свойствам системы и воздействующим на систему внешним условиям.

Эргатические системы – это системы, управляемые при решающем участии человека. Следовательно, управляемость системы на основе эргатичности означает непосредственное включение человека в контур управления.

Двойственность природы. С одной стороны, большие системы являются причинно обусловленными: их движение, т.е. выполнение определенных функций в каждый момент времени и дальнейшее развитие, обусловлено некоторыми объективными причинами. С другой стороны, большие системы не являются строго детерминированными и обладают вероятностными и частично неопределенными свойствами вследствие случайных воздействий окружающей среды.

Иерархичность и взаимосвязанность с внешней средой. Вся производственно-экономическая система страны является большой системой из подчиненных систем. Каждую из этих систем, которые также являются большими, можно разделить на подчиненные системы и т.д. Таким образом, национальная производственно-экономическая система – иерархически построенная совокупность больших систем, взаимосвязанных с внешней средой прямыми и обратными воздействиями.

Многокритериальность. Существование и развитие большой системы подчинено выполнению такой общей цели, математическая формализация которой невозможна с помощью какого-то единственного критерия. Критерий – это показатель, с помощью которого можно установить, соответствует ли полученное решение (состояние системы, план ее развития и т. п.) заранее поставленной цели, а также дать сравнительную оценку качества различных решений в смысле большей или меньшей их близости к оптимальному. Различают экономические, технические, экологические, социальные критерии.

Большое разнообразие состояний и свойств. Разнообразие состояний и свойств больших систем обусловлено как их сложной внутренней структурой, взаимодействием с другими системами и окружающей средой, так и динамической природой этих систем.

Отметим также эмерджентность больших систем, которая означает появление у них качественно новых свойств, не присущих составляющим их внутренним системам, и появление у последних тоже новых свойств, которыми они не обладали при изолированном функционировании.

Многовариантность функционирования и развития. Большим системам свойственны разнообразные направления и способы движения, что ставит проблему оптимального управления ими для достижения определенной совокупности целей их функционирования и развития, в которых заинтересовано общество в лице субъектов управления.

Устойчивый динамизм развития. Большие производственно-экономические системы всегда динамически развиваются во времени. При этом темп их развития является устойчивым, медленно изменяющимся от года к году. Внезапные и быстрые скачки в развитии системы не являются свойством большой системы. Они могут появиться лишь в особых условиях под действием факторов, формируемых на более высоком иерархическом уровне. Однако большие производственно-экономические системы подвержены вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, могущих повлечь глобальные катастрофические последствия для населения и окружающей среды. Такие техногенные катастрофы могут быть вызваны как ошибками, промахами в управлении большими системами, так и природными и общественными катаклизмами (землетрясения, наводнения, войны и т. п.).

В этой связи столь важно оптимальное построение систем управления большими производственно-экономическими системами.

Методологическая основа оптимального управления большими системами – системный подход, рабочий инструмент которого – системный анализ. Назовем основные элементы системного подхода:

- система должна рассматриваться как единое целое, с учетом эмерджентности, а не как простая совокупность составляющих ее элементов;
- система всегда находится, с одной стороны, в окружении других систем, в том числе других типов, и испытывает на себе их влия-

ние, с другой стороны – на некотором уровне иерархии систем данного типа, и ее управление также обладает свойствами иерархичности;

- в основе оптимизации должны лежать предварительно и четко сформулированные цели решения;
- необходимо предусмотреть как прямые управляющие воздействия, так и обратные связи управляемой системы с субъектами управления, поскольку процесс оптимального управления носит итеративный характер.

5. 2. ПОНЯТИЕ О ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ (ТЭК) И ЕГО СТРУКТУРЕ

В предыдущих главах показана огромная роль энергетики в развитии человеческой цивилизации, в развитии экономики любой страны. В процессе становления человеческого общества, его производительных сил непрерывно изменялись, совершенствовались источники и виды энергии, используемые в производстве и в быту.

В далеком прошлом энергетическим источником служила мускульная сила людей, дополненная двигательной силой животных, воды и ветра. Внедрение паровой машины позволило отделить производство энергии от ее непосредственного источника – места добычи органического топлива. В результате постепенно **сформировалась обособленная отрасль промышленности – топливная, специализирующаяся на добыче первичных энергетических ресурсов.**

Энергетической основой развития производительных сил на современном этапе служит электрическая энергия. Возможность передачи и распределения электроэнергии на любые расстояния и в любых количествах позволила пространственно разобщить рабочие машины и первичные двигатели, отделить место производства энергии от ее конечных потребителей. Это привело к **обособлению производства, передачи и распределения энергии в самостоятельную**

отрасль – электроэнергетику, которая характеризуется возрастающей концентрацией производства энергетических ресурсов и централизацией их распределения.

Производственные процессы во всех отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте, все виды обслуживания населения связаны с растущими масштабами использования энергии. **Приемники энергии рассредоточены по различным отраслям экономики. Таким образом, существует расщепление энергетики и «внедрение» ее во все отрасли экономики.**

Описанные дезинтеграционные процессы в топливно-энергетическом секторе явились основой образования больших функциональных систем энергетики: **углеснабжающей, нефтеснабжающей, газоснабжающей, ядерно-энергетической и электроэнергетической [2, 3].**

В состав электроэнергетической системы (электроэнергетики), обеспечивающей потребности всей экономики в электрической и тепловой энергии, в качестве подсистемы входит **теплоснабжающая система (теплоэнергетика).** Причем теплоэнергетика занимает ведущее место по величине установленной мощности и выработке энергии на тепловых станциях. В электроэнергетической системе функционируют тепловые, атомные, гидравлические и др. типов электростанции, районные и пиковые котельные, электрические подстанции, тепловые распределительные пункты, линии электропередачи, электрические и тепловые сети. Состояние схем, режимы всех этих элементов органически взаимосвязаны и требуют единой системы управления.

Одновременно в топливно-энергетическом секторе наблюдаются интеграционные процессы, в основе которых лежит широкая техническая взаимозаменяемость в экономике различных видов энергии и энергетических ресурсов, а также энергетических установок. Именно фактор взаимозаменяемости создает объективную необходимость объединения перечисленных выше систем энергетики в единую межотраслевую общеэнергетическую систему, которая получила название топливно-энергетический комплекс (ТЭК).

Новым мощным интегрирующим фактором в ТЭК в настоящий период, как будет показано дальше, становится единая политика по внедрению мероприятий и технологий энергосбережения во всех звеньях и элементах общеэнергетической системы.

Итак, ТЭК (энергетика) представляет собой сложную совокупность больших, непрерывно развивающихся производственных систем для получения, преобразования, распределения и использования природных энергетических ресурсов и энергии всех видов.

Ведущее значение ТЭК состоит в том, что он во многом определяет основные пропорции экономики, осуществимость и целесообразность технологических процессов. Системы ТЭК: угле-, нефте-, газоснабжающие, ядерно-энергетическая, электроэнергетическая и теплоснабжающая – относятся к искусственным, т.е. созданным человеком; большим (сложным) иерархическим, т.е. включающим совокупности входящих одна в другую соподчиненных подсистем; открытым ввиду наличия их внешних связей с другими системами и окружающей средой; постоянно развивающимся, т.е. меняющим во времени свои параметры и режимы; целенаправленным, т.е.двигающимся к определенной цели или группе целей; автоматизированным системам, в которых человек входит в органически связанные управляющие и управляемые части системы.

Эти производственные системы, имея тесные взаимосвязи и функционируя как единое целое, выступают как обособленные в организационном отношении отрасли промышленности, главным признаком которых, как совокупности предприятий, организаций, является однородное экономическое назначение производимой продукции.

Потребляющие установки и вместе с ними часть устройств для преобразования, передачи и распределения энергии находятся в ведении потребителей.

5. 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В ТЭК. ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС (ТЭБ)

Основной задачей энергетического менеджмента является оптимальное управление ТЭК и его подсистемами.

Управление может быть успешным при условии хорошего знания сути и особенностей управляемых объектов, и прежде всего тех-

нологических процессов. Рассмотрим суть технологического процесса в ТЭК, представляющего собой сложную совокупность технологических процессов. На рис. 5.1. представлена схема цепи технологических преобразований природных энергоресурсов в электроэнергию и тепловую энергию. Основными звеньями этой цепи являются:

- системы топливоснабжения;
- электроэнергетическая система, где осуществляется производство, транспорт и распределение электрической и тепловой энергии;
- конечные потребители энергии.

Электростанции, использующие природные запасы топлива, работают в органическом единстве с предприятиями, добывающими, перерабатывающими и транспортирующими топливо. Для ТЭС, работающих на угле, – это шахты, угольные разрезы, предприятия по обогащению топлива. Для ТЭС, работающих на газе, – это предприятия газодобычи, газопроводы, газохранилища. Для ТЭС на мазуте – предприятия нефтедобычи и нефтепереработки, нефтепроводы. Названные предприятия системы топливоснабжения постоянно необходимы для нормальной эксплуатации электростанций и являются для них сопряженными предприятиями и образуют их внешний топливный цикл. Предприятия, подготавливающие ядерное горючее для атомных электростанций, связанные с добычей исходного сырья и получением урановых концентратов, обогащением природного урана, изготовлением тепловыделяющих элементов (ТВЭЛОВ), выдержкой, транспортировкой и переработкой ядерного горючего, составляют внешний топливный цикл АЭС.

Технологический процесс преобразования природных энергетических ресурсов в ТЭК включает три основные стадии (рис. 5.1.):

1. Добыча первичных энергоресурсов (органического топлива, ядерного топлива, гидроэнергии), их облагораживание (сортировка, обогащение, брикетирование, обессеривание и т.д.) и переработка (нефтепереработка, коксование, пиролиз, синтез, гидрогенизация и др.).
2. Преобразование одних видов энергии в другие – производство электрической энергии, пара, горячей воды, сжатого воздуха и др.

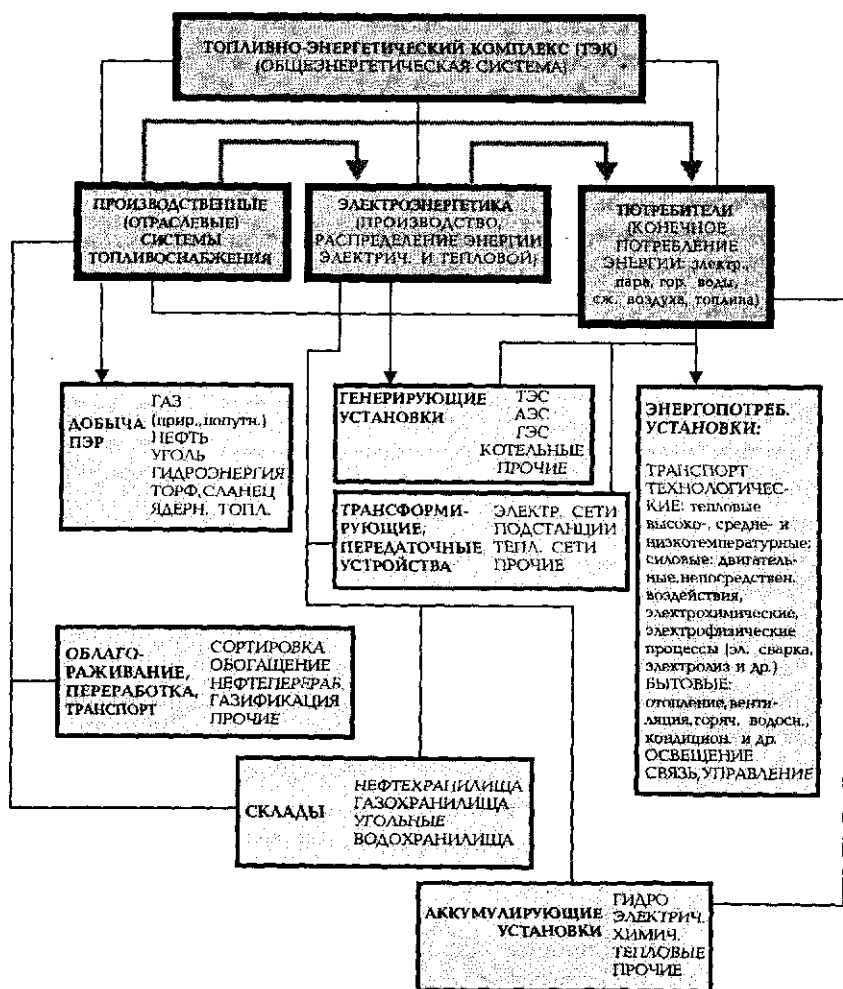


Рис. 5.1. Основные элементы технологического процесса ТЭК.

3. Конечное потребление энергии для производства всех видов не-энергетической продукции, работы транспорта, оказания производственных и культурно-бытовых услуг населению [6–8].

Взаимосвязи между стадиями преобразования энергии осуществляются посредством транспорта энергетических ресурсов и энергии всех видов, который также является стадией технологического процесса.

Изучая технологии в ТЭК по рис. 5.1, обратите внимание на межзвенное расположение таких элементов, как склады первичных энерго-ресурсов и аккумулирующие установки. Последние могут находиться и в энергосистеме, и непосредственно у потребителей.

Потребители также могут иметь собственные генерирующие источники (мини-ТЭЦ, заводские котельные, автономные источники и т.п.), имеют распределительные сети (внутризаводские электрические, тепловые сети, газораспределительные и др.).

Приведем классификацию процессов конечного использования энергии:

- **силовые процессы двигательные и непосредственных воздействий;**
- **тепловые высокотемпературные процессы**, например, плавка, обжиг, закалка и др.;
- **тепловые средне- и низкотемпературные процессы**, в том числе **технологические**: варка, сушка, возгонка и др. – **и бытовые**: отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, кондиционирование воздуха и т.д.;
- **освещение;**
- **электрохимические и электрофизические процессы**: электрогидравлический удар, электрошлифование, сварка, резка, электролиз и др.;
- **связь и управление.**

Основопологающим понятием энергетики является понятие **топливно-энергетического баланса (ТЭБ)**. В широком смысле оно означает полное количественное соответствие потоков всех видов энергии и энергетических ресурсов между стадиями их добычи, переработки, преобразования, транспорта, распределения, хранения, конечного потребления в целом по народному хозяйству в территориальном и производственно-отраслевом разрезах. В более узком смысле его понимают как полное количественное соответствие между суммарной произведенной энергией, с одной стороны, и суммарной конечной полезно потребленной энергией и потерями энергии – с

другой. ТЭБ является статической характеристикой непрерывно развивающегося топливно-энергетического комплекса, т. е. характеризует его состояние в определенный момент времени. Различают приходную часть ТЭБ – совокупность источников ТЭР и расходную часть – совокупность потребителей ТЭР, включая технологический расход (технические потери) энергии.

5. 4. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМЫ

Энергетическая, или, точнее электроэнергетическая система – это совокупность взаимосвязанных электрических станций, подстанций, линий электропередачи, электрических и тепловых сетей, центров потребления электрической и тепловой энергии. Частью электроэнергетической системы, ее подсистемой является теплоснабжающая – совокупность взаимосвязанных источников тепла (ТЭЦ, котельных), тепловых пунктов и тепловых сетей. Именно такие определения были даны выше понятиям электроэнергетическая и теплоэнергетическая системы.

Имеется и другая трактовка этих понятий, нашедшая широкое употребление. Суть ее в следующем.

Энергетическая система делится на электроэнергетическую и теплоэнергетическую системы. Электроэнергетическая система включает все оборудование и установки по производству, преобразованию и доставке конечным потребителям электрической энергии. Теплоэнергетическая система включает все оборудование и установки по производству, преобразованию и доставке конечным потребителям тепловой энергии. Соответственно, на тепловых электрических станциях различают электрическую часть, которая включает все электроэнергетическое оборудование, и тепловую часть, включающую все тепломеханическое оборудование.

В четвертой главе обращалось внимание на необходимость иметь в энергетической системе оптимальное соотношение количества электростанций как по типам, так и по установленной мощности. Это дикту-

ется требованиями обеспечить неравномерный график нагрузки энергосистемы при достаточном уровне надежности энергоснабжения и минимуме затрат. В ЭС должны быть мощные электростанции, работающие в базисной части графика нагрузки, и маневренные установки для покрытия пиковых нагрузок (рис. 4.7).

В будущем будут совершенствоваться элементы и технологии электрических станций, но сохранится главный принцип: энергию выгодно вырабатывать в больших количествах концентрированно, в мощных энергетических центрах, а затем передавать ее потребителям. Поэтому всегда будет стремление связывать электрические станции разных типов в крупные объединенные энергетические системы, а последние – в единую национальную энергетическую систему, в региональные и даже международные системы. **Объединение электрических станций на совместную параллельную работу дает большие экономические выгоды и энергосбережение.** Такое объединение образует единую систему потребления энергии и характеризуется следующими преимуществами:

- суммарная максимальная мощность обобщенного графика нагрузки меньше, чем сумма максимальных мощностей отдельных графиков из-за несовпадения максимальных мощностей отдельных потребителей во времени;
- плотность обобщенного графика нагрузки выше, чем графиков отдельных потребителей;
- повышается надежность энергоснабжения.

В результате снижается необходимая установленная мощность электростанций, более плотный график выгоден для тепловых и атомных электростанций, дает экономию топлива и повышает надежность, экономятся средства на установку резервной мощности и ее использование.

В то же время, указанная закономерность не исключает необходимости определенной степени децентрализации производства энергии и энергоснабжения, вызванной условиями энергосбережения. Прежде всего это касается энергоснабжения малонаселенных сельских местностей с рассредоточенными маломощными потребителями на основе использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (ветроустановки, биогенераторы, гелиоустановки и т. п.).

5. 5. УЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ И УПРАВЛЕНИИ ТЭК

Для стран, подобных Беларуси, не имеющих достаточно собственных энергоресурсов, как было показано во 2-ой и 3-ей главах, энергосбережение следует считать крупным потенциальным источником энергии. Но для его реализации необходим **системный подход**. В связи с этим дадим еще одно толкование энергосбережения, весьма важное с практической точки зрения.

Энергосбережение – это не простая совокупность отдельных мероприятий и кампаний, а сложная большая система процессов рационального энергоиспользования в единстве технологий, организации и поведения. Система энергосбережения, как представлено на схеме рис. 5.2, не менее, а может быть и более сложна, чем ТЭК, «вращена» во все его подсистемы и отрасли экономики и предполагает рациональное энергоиспользование во всей цепи – от добычи, транспорта ПЭР до конечного потребления подведенной энергии.

Такой взгляд на энергосбережение ясно обнаруживает необходимость его учета при планировании развития и управлении всеми отраслями экономики, ТЭК и его подсистемами. Решение этой проблемы требует разработки методов моделирования их взаимодействия с системой энергосбережения. Принципиально возможны два подхода к учету энергосбережения: в расходной и приходной частях ТЭБ [9].

Первый подход в некоторой мере осуществляется путем нормирования энергопотребления, т. е. установлением предельно допустимых объемов потребляемой энергии на единицу продукции, процесс, человека. Для более полного учета энергосбережения в расходной части балансов необходимы пересмотр и развитие методов прогнозирования энергопотребления. Ввиду известных недостатков любой системы нормирования, особенно в условиях рынка, и трудностей прогнозирования целесообразность учета энергосбережения в расходной части представляется проблематичной и неэффективной.

Более соответствует теории и практике проектирования энергетических систем второй подход, который и составляет основу **концепции**

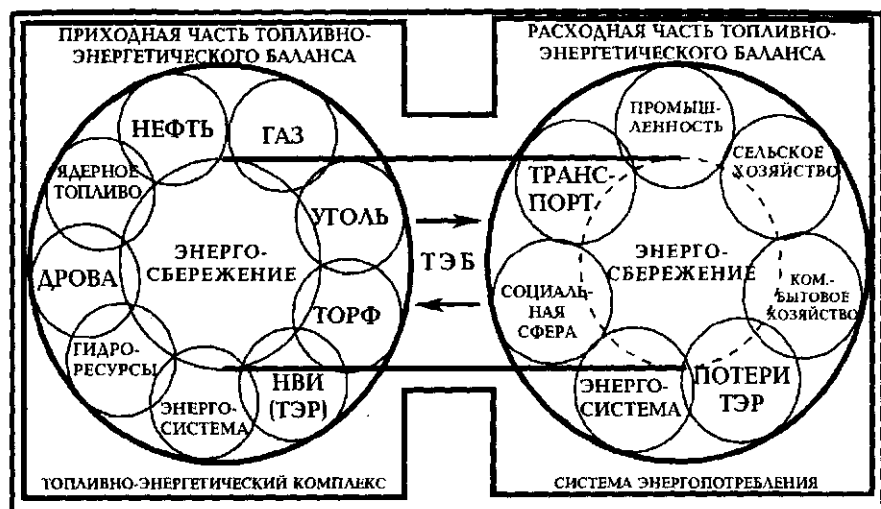


Рис. 5.2. Принципиальная схема, определяющая место энергосбережения в ТЭБ национальной экономики.

учета энергосбережения в задачах развития ТЭК, его подсистем и управления ими. Эта концепция включает в себя два основополагающих взгляда.

Согласно первому, энергоресурсосбережение для ресурсодефицитных районов, подобных Беларуси, рассматривается как крупный, потенциальный, независимый источник энергии в приходной части топливно-энергетического баланса. Это позволяет считать энергосбережение полноправной альтернативой строительству новых топливных баз, средств транспорта, новых электростанций и сетей. При этом в большинстве случаев вложение средств в энергосбережение оказывается более целесообразным. Например, в США удельные затраты на строящиеся АЭС равны \$3000 за установленный 1 кВт мощности, а программы энергосбережения обходятся менее чем в \$350 в расчете на 1 кВт мощности в пиковой части графика нагрузки.

С другой стороны, энергосбережение рассматривается как относительно самостоятельная, большая, иерархическая, человеко-машинная система, связанная со всеми отраслями экономики, включая подсистемы ТЭК, и с окружающей средой.

Увеличение потребности в электроэнергии в традиционных условиях развития энергетических систем может быть обеспечено за счет создания дополнительно новых топливных баз, генерирующих мощностей, подключения новых подстанций, увеличения пропускной способности и протяженности линий электропередачи или ограничений потребителей энергии, особенно в условиях экономического и энергетического кризисов.

Принципиально возможно развитие энергетических систем за счет качественно и функционально нового использования уже имеющихся элементов и связей в энергосистеме, т. е. при сохранении ее структуры и реализации потенциала энергосбережения. Эту возможность также позволяет учесть описанная концепция.

Системный подход к учету энергосбережения при указанной концепции означает, прежде всего, процедуру выявления источников энергосбережения и оценку энергосберегающих потенциалов.

На всех стадиях технологии производства, преобразования первичных энергетических ресурсов, транспорта и конечного использования их энергетического потенциала происходят значительные потери энергии. Возможности сбережения имеются на каждой из стадий, во всех организациях и объектах.

Чтобы выявить источники энергосбережения и дать их количественную оценку, нужно сделать анализ приходной (источников топливно-энергетических ресурсов) и расходной (структуры энергопотребления) частей топливно-энергетического баланса организации, а также способов преобразования, передачи и распределения энергии. Для выявления источников энергосбережения в масштабе государства необходимо исследовать и проанализировать структуру ТЭР, технологии их передачи, распределения и потребления по отраслям национальной экономики.

Выявленные в результате этого анализа источники энергосбережения служат в качестве исходных данных для определения энергосберегающих потенциалов, которые, в свою очередь, служат исходными данными для определения параметров так называемых энергосберегающих эквивалентов.

Рассмотрим понятия энергосберегающих потенциалов и энергосберегающих эквивалентов.

Потенциал энергосбережения (энергосберегающий потенциал) – это возможное снижение энергопотребления при выпуске одного и

того же объема продукции и при обеспечении неизменных условий жизни населения за счет массового использования технически уже освоенных образцов энергосберегающих техники и технологии [4].

В общем виде его можно определить следующей формулой:

$$\Pi = V - V^*, \quad (5.1)$$

где Π – общий потенциал энергосбережения,

V – гипотетический объем энергопотребления, необходимый для реализации поставленных целей социально-экономического развития на традиционной технологической основе,

V^* – то же при условии максимально возможного, с учетом сроков жизни оборудования, внедрения новых технологий в виде энергосберегающих мероприятий.

Различают четыре вида энергосберегающих потенциалов: технический, экономический, экологический и поведенческий.

Технический потенциал энергосбережения определяет максимальные технические возможности энергосбережения, которые могут быть реализованы за фиксированный период времени, и зависит от темпов и достижений научно-технического прогресса. Для объективной оценки его величины весьма полезным представляется использование типовых матриц энергосберегающих мероприятий и технологий (МЭСМТ) [9–11]. На рис. 5.3 представлена классификация этих матриц с учетом структуры системы энергосбережения.

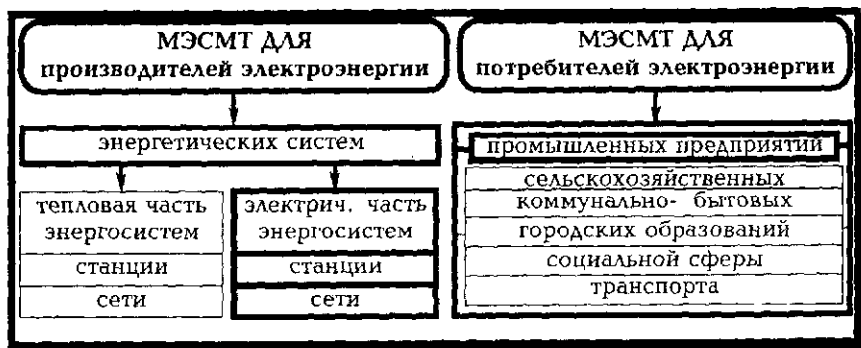


Рис. 5.3. Классификация матриц энергосберегающих мероприятий и технологий (МЭСМТ).

Матрицы ЭСМТ – один из важных и удобных инструментов специалиста, осуществляющего энергетический менеджмент. Они ориентированы на универсализацию и автоматизацию его функций в составе интегрированной автоматизированной системы управления энергосбережением (ИАСУЭ). По публикациям [9–11] можно ознакомиться с матрицами ЭСМТ подробнее. Далее в главе 7 им также будет уделено внимание в свете использования при выполнении энергоаудитов.

Экономический потенциал энергосбережения определяется только рентабельной частью технического потенциала, освоение которой зависит от наличия инвестиций. Таким образом, величина экономического потенциала меньше технического и ограничивается жесткостью требований, предъявляемых к окупаемости капиталовложений в энергосбережение.

Для каждого мероприятия или технологии матриц ЭСМТ можно оценить возможности реализации и затраты при проведении активной энергосберегающей политики, установить экономическую целесообразность отдельных энергосберегающих мероприятий и их приоритеты. Это функция энергетического менеджера. Оценка ЭСМТ, их ранжирование позволяют найти величину экономического энергосберегающего потенциала и тенденции его роста.

При анализе технического и экономического потенциалов учитываются повышение уровня надежности энергоснабжения и увеличение прибылей за счет снижения ущерба от его перерывов благодаря реализации ЭСМТ.

Экологический потенциал энергосбережения определяется максимально возможным снижением экологического ущерба, наносимого выбросами вредных веществ (CO_2 , NO_x , SO_2 и др.), излучениями и т. п. объектов, а также занимаемой ими территории благодаря выполнению энергосберегающих мероприятий. Ущерб может быть выражен в денежной форме в виде дополнительных затрат на очистительные устройства, здравоохранение, возмещение ущерба от недовыпуска продукции заболевшими членами общества, потери урожайности, стоимости земли, ущерба от коррозии сооружений и оборудования, ухудшения биологических элементов природы.

Поведенческий потенциал энергосбережения определяется мерой осознания актуальности проблемы энергосбережения всеми лицами, принимающими и реализующими решения о ЭСМТ – от деятелей межгосударственных организаций до отдельных домовладельцев, а также согласованностью их действий.

Задача оценки энергосберегающих потенциалов имеет многоуровневый итеративный характер, основывается на использовании прогнозов развития региона, статистических данных учета и контроля энергопотребления и относится к классу задач с неопределенной информацией. Это важнейшая задача энергетического менеджмента, принципы ее решения даны в [4, 9–11].

Для учета потенциалов энергосбережения при планировании развития экономики и управлении ею, и прежде всего топливно-энергетическим комплексом, в известные, используемые сегодня математические модели оптимизации для рассматриваемых объектов (отрасль, предприятие и т. д.) вводятся энергосберегающие эквиваленты.

Энергосберегающими эквивалентами топливной базы, транспорта, электрической станции, электрических сетей и т. п. называются расчетные эквиваленты энергосберегающих мероприятий и технологий, благодаря которым удается избежать строительства реальных одноименных объектов с определенными энергетическими, экологическими и социально-экономическими эквивалентными параметрами.

Использование таких эквивалентов позволяет учесть следующие моменты:

- возможности энергосбережения во всей цепи – от добычи ПЭР до конечного потребления и утилизации отходов,
- территориальное распределение и значимость энергосберегающего потенциала, экономические затраты на энергосбережение, факторы надежности и времени в части изменения потенциала энергосбережения,
- условия реализации энергосберегающих мероприятий, в том числе, соотношение государственного и частного секторов в экономике, психологическую подготовленность и настроенность обслуживающего персонала и населения, отношение местных властей и т. д.

Итак, технология учета энергосбережения в задачах планирования развития и управления ТЭК может быть представлена последовательностью следующих процедур:

1. Выявление источников энергосбережения.
2. Оценка энергосберегающих потенциалов.
3. Выбор энергосберегающих эквивалентов и расчет их параметров.
4. Ввод энергосберегающих эквивалентов и их параметров в математические модели и алгоритмы оптимизации энергетических систем.

Параметры энергосберегающих эквивалентов делятся на три группы: энерготехнические, эколого-экономические, социально-экономические.

Энерготехнические параметры определяют составляющую прибыли от ЭСМТ, получаемую за счет разности между экономией затрат на энергосберегающий объект, строительства которого избегают благодаря энергосбережению, и затратами в ЭСМТ.

Эколого-экономические параметры определяют составляющую прибыли от ЭСМТ, обусловленную снижением воздействия на окружающую среду за счет нестроительства реального энергообъекта, – предотвращенный ущерб от выбросов вредных веществ и занятия земли, а также улучшения технологии у конечного потребителя.

Социально-экономические параметры позволяют рассчитать суммарную прибыль от реализации энергосберегающего потенциала с учетом повышения надежности энергоснабжения и качества производства.

Методики оценки параметров энергосберегающих эквивалентов для различных задач развития энергетических систем описаны в [10, 11].

Наилучшим вариантом (сценарием) развития энергетической отрасли следует считать вариант, обеспечивающий максимальную прибыль с учетом фактора энергосбережения, т. е. всех названных ее составляющих.

5. 6. СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ТЭК И СИСТЕМОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Системы энергетики имеют определяющее значение для экономики любой страны, поэтому чрезвычайно важно, как организовано управление ими. Речь идет об оптимальном управлении большими искусственными человеко-машинными иерархическими динамическими системами [1, 2].

Цель управления заключается в обеспечении бесперебойного и эффективного удовлетворения растущих потребностей общества во всех видах энергии и топлива при минимальном отрицательном влиянии на окружающую среду.

Условие достижения этой цели – согласованное развитие и функционирование всех подсистем топливно-энергетического комплекса и системы энергосбережения, что и составляет главную задачу энергетического менеджмента.

Реальная структура субъектов управления (управляющих органов) определяется:

- функционально-территориальной иерархией энергетического менеджмента (рис. 3.3);
- технологической двухкомпонентностью энергетического менеджмента: «планирование спроса на энергоресурсы» – «управление энергопотреблением» (рис. 3.2);
- сложившейся ведомственной подчиненностью и соотношением государственного и негосударственного секторов экономики.

Успех энергетического менеджмента во многом зависит от того, насколько оптимальна структура субъектов управления.

В силу объективных причин интересы субъектов управления частично противоречат друг другу: например, субъектов, занимающихся планированием производства энергии и управлением энергопотребления на национальном уровне (страны), на уровне предприятий (противоречия между предприятиями энергосистем и предприятиями-потребителями). Имеют место противоречия субъектов разных уровней: между городом и отраслью или отдельными предприятиями, между отраслью и предприятием и т.п.

Для снятия противоречий важна оптимизация структуры субъектов управления, а одна из задач энергетического менеджмента – поиск способов устранения противоречий и координация действий по рациональному использованию энергоресурсов.

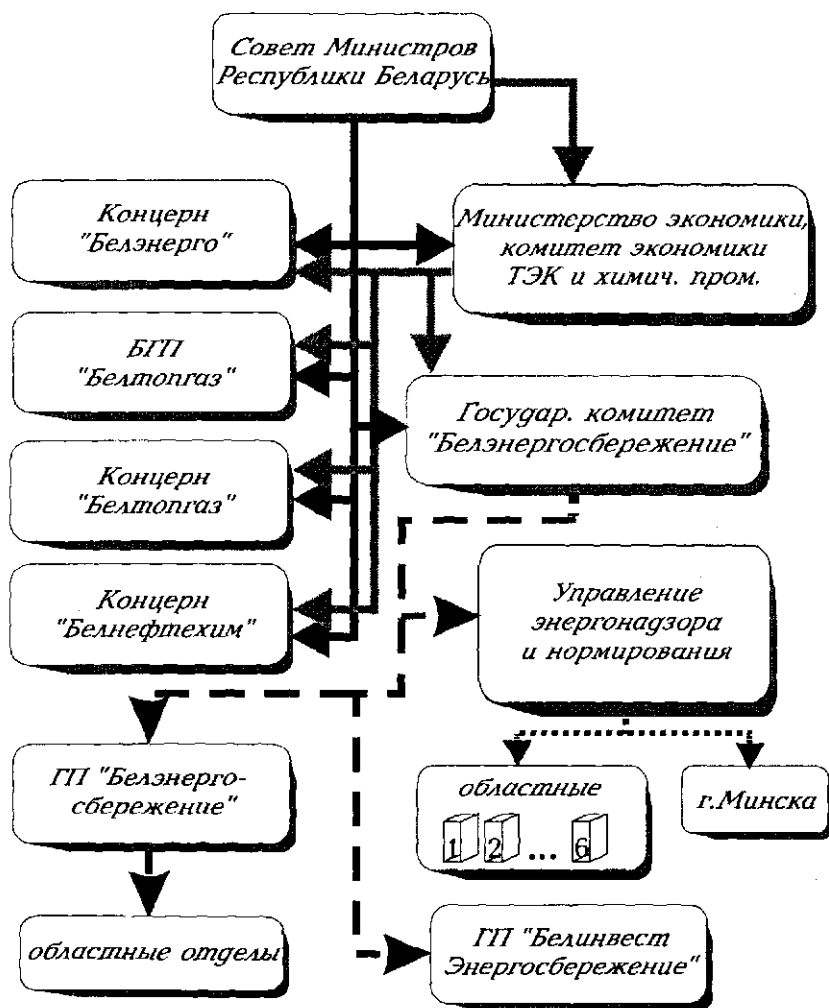


Рис. 5.4. Структура субъектов управления ТЭК и энергосбережением в Республике Беларусь.

Одно из направлений оптимизации структуры управления – реструктуризация управления энергетическим сектором, т.е. изменение состава управляющих органов и взаимоотношений между ними. С 1991 г. в Беларуси ведется работа в этом направлении, что обусловлено получением республикой статуса независимого государства и формированием в ней рыночных отношений.

Действующие в настоящее время в Беларуси структуры управления ТЭК и энергосбережением представлены на схемах рис. 5.4 и 5.5.

На рис. 5.4 показаны связи между субъектами управления подсистем ТЭК и системы энергосбережения; серыми стрелками обозначены связи государственного регулирования, черными – связи хозяйственного ведения. Система управления энергосбережением в Беларуси формировалась с 1993 г. Ее структура показана в первой части рис. 5.4, где связи подчиненности субъектов управления обозначены пунктирными стрелками.

На рис. 5.5 изображена действующая структура центрального аппарата Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь.

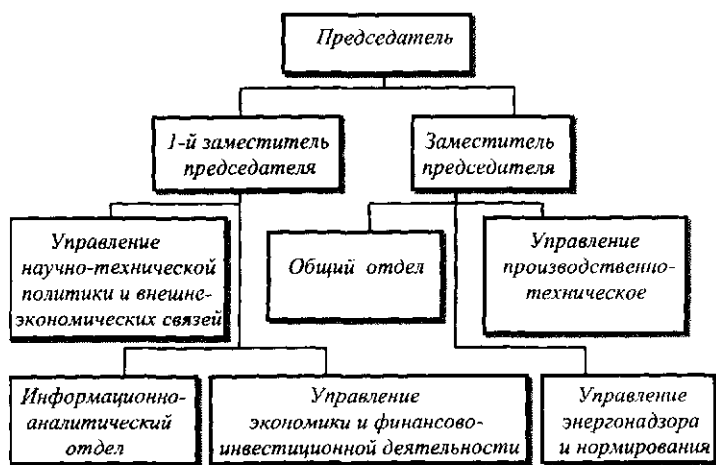


Рис. 5.5. Структура центрального аппарата Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь.

Координация выполнения функций субъектами управления энергетического сектора в полной мере возможна лишь в условиях интегрированной автоматизированной системы управления энергосбережением (ИАСУЭ), охватывающей все уровни энергоменеджмента – от отдельных предприятий, фирм до руководящих национальных органов. ИАСУЭ служит информационно-технической основой управления потоками энергии, а также связанными с ними финансовыми и информационными потоками. Она обеспечит прозрачность и управляемость в системе энергосбережения. Кроме того, эта система служит для оценки энергосберегающего потенциала, распределения финансирования на ЭСМТ, оценки экономического и социально-экологического эффектов энергосбережения.

РЕЗЮМЕ

- 1. Энергетические системы и межотраслевая система энергосбережения относятся к классу больших производственно-экономических систем. Методологическая основа управления ими – системный подход, рабочий инструмент управления – системный анализ.*
- 2. ТЭК – совокупность больших, непрерывно развивающихся производственных систем для получения, преобразования, распределения и использования природных энергетических ресурсов и энергии всех видов. Технологический процесс в ТЭК – цепь технологических преобразований от добычи ПЭР до конечного энергопотребления производствами всех видов продукции и услуг. Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) – статическая характеристика ТЭК: количественное соответствие
 - перетоков энергии и ЭР между стадиями их преобразований в ТЭК в целом по народному хозяйству в территориальном и производственно-отраслевом разрезах (широкое толкование),*
 - между суммарной произведенной энергией и суммарной конечной полезно потребленной энергией и ее потерями (узкое толкование).**

Новым интегрирующим фактором в ТЭК становится единая политика энергосбережения во всех звеньях и элементах его систем.

3. Объединение электрических станций на параллельную работу дает экономические выгоды и энергосбережение, но целесообразна также определенная из условий энергосбережения децентрализация энергопроизводства и энергоснабжения.

4. Энергосбережение – сложная большая система процессов рационального энергоиспользования в единстве технологий, организации и поведения. Концепция его учета в задачах развития и управления ТЭК:

- энергосбережение – источник энергии в приходной части топливно-энергетического баланса,
- энергосбережение – большая, иерархическая система, связанная со всеми отраслями экономики, включая подсистемы ТЭК, и с окружающей средой.

Технология учета:

- выявление источников энергосбережения,
- оценка потенциалов энергосбережения,
- выбор и расчет энергосберегающих эквивалентов, их ввод в модели и алгоритмы оптимизации ЭС.

Потенциал энергосбережения – возможное снижение энергопотребления при выпуске одного и того же объема продукции и обеспечении неизменных условий жизни населения за счет массового использования технически освоенных образцов энергосберегающих техники и технологии. Различают технический, экономический, экологический и поведенческий потенциалы энергосбережения. Энергосберегающие эквиваленты топливной базы, транспорта, электрической станции, электрических сетей и т.п. – расчетные эквиваленты энергосберегающих мероприятий и технологий, благодаря которым удается избежать строительства реальных одноименных объектов с определенными энергетическими, экологическими и социально-экономическими эквивалентными параметрами.

5. Задача энергетического менеджмента – согласованное оптимальное развитие и функционирование системы энергосбережения, ТЭК, их подсистем и технологий. Координация функций субъектов управления возможна в рамках интегрированной автоматизированной системы управления энергосбережением (ИАСУЭ), охватывающей уровни энергоменеджмента от отдельных предприятий (фирм) до руководящих национальных органов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие производственно-экономические системы можно отнести к классу больших систем? Назовите их основные свойства и поясните одно из них по своему выбору. Докажите, что энергетические системы относятся к классу больших систем.
2. Что такое управляемость системы, критерии управления? В чем суть системного подхода к управлению большими системами?
3. Почему система энергосбережения относится к классу больших систем? Объясните межотраслевой характер энергосбережения.
4. Что такое топливно-энергетический комплекс? Назовите его подсистемы и сформулируйте задачу управления им.
5. Как соотносятся ТЭК и система энергосбережения? В чем заключаются задачи управления ими?
6. Что такое электроэнергетическая и теплоэнергетическая системы? Назовите их основные элементы. Зачем электроэнергетические системы и электростанции объединяют на параллельную работу?
7. Что такое топливно-энергетический баланс, его приходная и расходная части? Назовите источники формирования приходной части и структуру расходной части ТЭБ.
8. Какие преимущества с точки зрения экологии имеет энергосбережение как самостоятельный источник энергии в ТЭБ по сравнению с другими ПЭР?

9. Что такое централизованное и децентрализованное энергоснабжение? Разделите на две группы (для централизованного и децентрализованного энергоснабжения) известные Вам и имеющие практическое значение источники электрической и тепловой энергии. Когда целесообразно использовать децентрализованное энергоснабжение?
10. Приведите классификацию потребителей энергии.
11. Объясните принципы учета энергосбережения при планировании развития и управлении экономикой и энергетической отраслью.
12. Каким Вы видите путь обеспечения энергопроизводства в Республике Беларусь? За счет каких источников энергии? Объясните место энергосбережения в топливно-энергетическом балансе Республики Беларусь.
13. Дайте определение общему потенциалу энергосбережения. Каковы принципы его определения? Поясните, что такое технический, экономический, экологический и поведенческий потенциалы энергосбережения. Какие задачи энергоменеджмента связаны с этими понятиями?
14. Что такое и для чего служат энергосберегающие эквиваленты ЭСМТ?
15. Назовите субъекты управления ТЭК и системой энергосбережения Республики Беларусь на национальном уровне, их задачи и функции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасцев Д.А., Липес А.В., Мызин А.Л. Модели оптимизации развития энергосистем. – М.: Высшая школа, 1987. – 272 с.
2. Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики. – М.: Высшая школа, 1982. – 319 с.
3. Прузнер С.Л., Злагопольский А.Н., Некрасов А.М. Экономика энергетики СССР. – М.: Высшая школа, 1978. – 471 с.
4. Современные проблемы экономики топливно-энергетических ресурсов // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. «Экономия топлива, тепловой и электрической энергии». 1989. Т.1. – 252 с.

5. Поспелова Т.Г. Эффективность электропередач в электроэнергетических системах. – Мн.: БэлНИИНТИ, 1991. – 90 с.
6. Головкин П.И. Энергосистема и потребители электрической энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 360 с.
7. Промышленные теплотехнологии: Машиностроительное и металлургическое производство: В 2 ч. Учеб. / Несенчук А.П., Тимашпольский В.И., Трусова И.А., Мандель Н.Л. – Мн.: Выш. шк., 1995 – 833 с.
8. Жсжеленко И.В., Божко В.М., Вагин Г.Я., Рабинович М.Л. Эффективные режимы работы электротехнологических установок. – К.: Техника, 1987. – 183 с.
9. Поспелова Т.Г., Хассан Ю. Методология учета энергосбережения в задачах развития ЭЭС // Энергетика... (Изв. высш. учебных заведений СНГ). – 1996. N 5–6. – С. 53–60.
10. Поспелова Т.Г., Хассан Ю. Учет показателей энергосбережения при проектировании развития электроэнергетических систем // Электричество. – 1996. N9. – С. 2–9.
11. Поспелова Т.Г., Хассан Ю. Влияние энергосбережения на развитие энергетических систем // Электрические станции. – 1998. N2.
12. Гук Ю.Б., Долгов П.П., О कोरोков В.Р. Комплексный анализ эффективности технических решений в энергетике. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 176 с.
13. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: В 5 кн.: Практ. пособие / Под ред. Веникова В.А. – Кн.5. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях / Анчарова Т.В., Гамазин С.И., Шевченко В.В. – М.: Высшая школа, 1990. – 143 с.
14. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: В 5 кн.: Практ. пособие / Под ред. Веникова В.А. – Кн.1 Снижение технологического расхода энергии в электрических сетях / Арзамасцев Д.А., Липес А.В. – М.: Высшая школа, 1989 – 127 с.

ГЛАВА 6.

ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ:

Закон «Об энергосбережении», программы энергосбережения, указы, постановления

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ФИНАНСОВЫЕ
МЕХАНИЗМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ:**
суть рыночного регулирования, структура системы финансово-экономических механизмов энергосбережения, их содержание на пути к рынку

ЦЕНОВОЕ И ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ:
тарифообразование, принципы и функции тарифов в условиях регулируемой рыночной экономики, государственное регулирование тарифов, проблемы и перспективы тарифной политики

О НОРМИРОВАНИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ:
классификация, состав, методы разработки норм расхода ТЭР, энергоэкономические показатели по нормированию энергопотребления

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

1. Перечислить документы, образующие нормативно-правовую базу энергосбережения, учитывать и соблюдать в своей профессиональной деятельности положения Закона «Об энергосбережении», действующих программ и других директивных документов в области энергосбережения.

2. *Объяснить структуру системы экономических и финансовых механизмов энергосбережения и их содержание в условиях перехода к рыночному регулированию и существующей социально-экономической ситуации в стране.*
3. *Рассказать о принципах образования и функциях тарифов, дать характеристику действующим тарифам на ТЭР и перспективам тарифной политики в Республике Беларусь.*
4. *Рассказать о назначении, механизме нормирования энергопотребления и практическом использовании этого механизма на предприятии.*

6.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Правовую основу государственной политики энергосбережения и решения всех проблем в области эффективного использования энергии образуют, прежде всего, Закон «Об энергосбережении», республиканские, отраслевые и региональные программы энергосбережения, а также указы Президента, постановления Совета Министров Республики Беларусь и других правительственных органов по конкретным вопросам координации и реализации энергосберегающей политики.

Закон «Об энергосбережении» был принят и вступил в силу в июне 1998 г. Им регулируются отношения, возникающие в процессе деятельности юридических и физических лиц в сфере энергосбережения, в целях повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, и определяются правовые основы этих отношений. Закон устанавливает энергосбережение в качестве приоритета государственной политики в решении энергетической проблемы в Республике Беларусь.

Структура Закона «Об энергосбережении» представлена в таблице 6.1. Прокомментируем некоторые положения этого документа. В статье 1 дан ряд определений, в том числе:

- «энергосбережение – организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юри-

дических и физических лиц, направленная на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации»;

- «пользователи топливно-энергетических ресурсов – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц или предпринимателей без образования юридического лица, а также другие лица, которые в соответствии с законодательством Республики Беларусь имеют право заключать хозяйственные договоры, и граждане, использующие топливно-энергетические ресурсы»;
- «производители топливно-энергетических ресурсов – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц, для которых любой из видов топливно-энергетических ресурсов, используемых в республике, является товарной продукцией».

Таблица 6.1.

СТАТЬИ		ГЛАВЫ	
№	Наименование	№	Наименование
1.	Общие положения	1	Основные понятия
		2	Законодательство об энергосбережении
		3	Субъекты отношений в сфере энергосбережения
		4	Международное сотрудничество в сфере энергосбережения
2.	Основы государственного управления энергосбережением	5	Основные принципы государственного управления в сфере энергосбережения
		6	Государственное управление в сфере энергосбережения
		7	Учет топливно-энергетических ресурсов
		8	Программы энергосбережения
		9	Научно-техническое обеспечение в сфере энергосбережения

Продолжение таблицы 6.1.

СТАТЬИ		ГЛАВЫ	
№	Наименование	№	Наименование
2.	Основы государственного управления энергосбережением	10	Нормы расхода топлива и энергии
		11	Стандартизация, сертификация и метрология в сфере энергосбережения
		12	Государственный надзор за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов
		13	Государственная экспертиза энергетической эффективности проектных решений
		14	Проведение энергетического обследования предприятий, учреждений, организаций
		15	Государственное статистическое наблюдение за эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов
		16	Образование и подготовка кадров для сферы энергосбережения
		17	Информационное обеспечение деятельности по энергосбережению
3.	Экономические и финансовые механизмы энергосбережения	18	Источники финансирования
		19	Республиканский фонд "Энергосбережение"
		20	Экономическое стимулирование энергосбережения
4.	Ответственность за нарушение законодательства об энергосбережении	21	Ответственность за нарушение законодательства об энергосбережении
5.	Заключительные положения	22	Вступление в силу настоящего Закона

Пользователи и производители топливно-энергетических ресурсов являются субъектами отношений в сфере энергосбережения. Все виды деятельности, которые они осуществляют, от добычи энергоресурсов до внедрения систем управления энергосбережением и средств контро-

ля за использованием ТЭР, сформулированы в статье 3. Государственное управление в сфере энергосбережения включает комплекс мер, направленных на создание экономических, информационных, организационных условий для реализации политики энергосбережения. В том числе – разработку государственных межгосударственных научно-технических, республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережения, создание финансово-экономических механизмов их реализации, повышение уровня обеспечения республики местными ТЭР, распространение экологически чистых и безопасных энергетических технологий, демонстрационные проекты высокой энергоэффективности, информационное обеспечение деятельности по энергосбережению, обучение производственного персонала и населения методам экономии топлива и энергии. Предусмотрен государственный надзор за рациональным использованием ТЭР. Согласно статье 7, порядок и условия оснащения пользователей и производителей ТЭР приборами учета их расхода, а также порядок разработки и утверждения правил пользования электрической и тепловой энергией, природным и сжиженным газом, продуктами нефтепереработки устанавливаются правительством Республики Беларусь. В технологические регламенты, технические паспорта, технологические инструкции по эксплуатации всех видов энергопотребляющей продукции включаются нормы расхода топлива и энергии, порядок разработки, утверждения и пересмотра которых, согласно статье 10, также устанавливается Правительством. Статьями 12, 13, 14 регламентируются задачи и объем соответственно надзора за рациональным использованием ТЭР, экспертизы проектных решений, энергетических обследований предприятий, учреждений и организаций. Последние обязательны, если годовое потребление ими ТЭР составляет более 1,5 тыс. т.у.т. Финансирование мероприятий по энергосбережению осуществляется (статья 18) за счет средств республиканского и местных бюджетов, республиканского фонда «Энергосбережение», средств юридических и физических лиц, направляемых добровольно на эти цели, и др. Пользователям и производителям ТЭР, осуществляющим мероприятия по энергосбережению, в соответствии со статьей 20, могут предоставляться льготы в виде субсидий, дотаций. Юридические и физические лица, виновные в нарушении законодательства об энергосбережении, несут ответственность в соответствии с законодательством Республики

Беларусь (статья 21). Во исполнение Закона Республики Беларусь «Об энергосбережении», для реализации государственной политики энергосбережения был принят целый ряд нормативных документов:

- Постановление о дополнительных мерах по обеспечению эффективного использования топливно-энергетических ресурсов,
- Постановление о создании областных и Минского городского управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору,
- «Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь»,
- Постановление «О мерах по усилению работы по реализации энергосберегающей политики в республике»,
- Постановление «О мерах по экономическому стимулированию деятельности субъектов хозяйствования, направленной на сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов и освоение энерго- и ресурсосберегающих технологий»,
- Постановление «О порядке разработки, утверждения и пересмотра норм расхода топлива и энергии»,
- Постановление «О порядке проведения энергетического обследования предприятий, учреждений и организаций»,
- Положение «О порядке разработки и выполнения республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережения».

Программы энергосбережения определяют приоритеты в реализации государственной политики в области энергосбережения, пути использования энергосберегающего потенциала в республике, отрасли, регионе и содержат комплекс организационных, технических, экономических и иных мероприятий, взаимоувязанных по ресурсам, исполнителям, срокам реализации. Республиканские и отраслевые долгосрочные программы разрабатываются на каждые 5 лет, начиная с 2001 г., отраслевые краткосрочные и региональные программы разрабатываются сроком на один год. На рис. 6.1 представлены этапы разработки программ энергосбережения. Государственным заказчиком республиканских программ является Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору (Госкомэнергосбережение). Он же осуществляет организационное, методическое обеспечение и контроль их



Рис. 6.1. Этапы разработки программ энергосбережения.

разработки и выполнения. Те же функции в отношении отраслевых программ выполняют соответствующие республиканские органы государственного управления, в отношении региональных программ – облисполкомы и Минский горисполком. В разработке программ участвуют компетентные организации и учреждения, ведущие ученые и специалисты. В числе основных задач программ – обеспечение в планируемый период снижения потребления ТЭР в отраслях и регионах по отношению к уровню их расходования за предшествующий период. Объем снижения определяется по основным целевым показателям прогноза социально-экономического развития республики на соответствующий период. О ходе выполнения программ энергосбережения Госкомэнергосбережение в установленном порядке информирует Совет Министров Республики Беларусь и Министерство экономики.

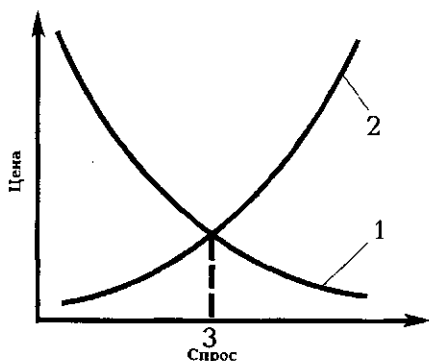
6.2. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ФИНАНСОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

В статье 5 Закона об энергосбережении в качестве одного из основных принципов государственного управления записано положение о создании системы финансово-экономических механизмов, обеспечивающих экономическую заинтересованность производителей и пользователей в эффективном использовании ТЭР, вовлечении в топливно-энергетический баланс нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, а также инвестировании средств в энергосберегающие мероприятия. Структура системы финансово-экономических механизмов, а также их содержание определяются природой, структурой социально-экономических отношений в стране и ее национальными особенностями и традициями.

В Республике Беларусь начало 90-х гг. явилось рубежом перехода от командного типа экономики, при котором все решения в области производства и распределения принимает государство, к рыночным отношениям. В настоящий период экономика Беларуси находится в сложном переходном состоянии и обладает элементами как рыночной, так и командной системы. При этом в республике выбран постепенный эво-

люционный путь перехода к рыночным отношениям, что обуславливает сохранение преимущественно прямого государственного управления в таких определяющих секторах экономики, как энергетика. Однако динамичный характер становления экономики нового типа диктует постоянные изменения, адаптацию финансово-экономических механизмов реализации государственной политики энергосбережения. Рынок – это процесс взаимодействия продавцов товара и потребителей, посредством которого определяется его цена и распределение. Рыночный механизм базируется на анализе спроса и предложения (рис. 6.2.).

«Кривая спроса» отражает отношение между рыночной ценой товара и денежным выражением спроса на него. По закону падающего спроса, при росте цен на товары при прочих равных условиях спрос уменьшается, а при избытке товара снижаются цены на него. Не только цены влияют на количество купленных товаров. Существует еще четыре определяющих фактора: средний доход покупателя, размер рынка, цена и полезность других товаров, личные вкусы потребителя. «Кривая предложения» показывает соотношение между рыночными ценами и количеством товара, который производители предлагают. На «кривую предложения» влияют прежде всего издержки производства и технический прогресс, а также монополизация рынка, воздействующая на рост цен при любом уровне производства. «Кривая спроса» и «кривая предложения» имеют точку пересечения, которая определяет соответствие предложения спросу и называется ценой равновесия. В этой точке цена не имеет тенденции к изменению, так как количество товара, которое производитель хочет продать, равно количеству товара, которое потребитель желает купить.



Равновесие спроса и предложения приводит к общему равновесию, т. е. товары распределяются между возможными их потребителями. Это осуществляет механизм рыночного ценообразования. Таким образом, рыночный механизм решает вопро-

Рис. 6.2. 1 – «кривая спроса»;
2 – «кривая предложения»;
3 – цена равновесия.

сы, что, как и для кого производить, причем одновременно для множества взаимосвязанных рынков. Взаимозависимость цен равновесия, определяющих цены и количество товаров, является общим равновесием рынка, устанавливаемым спросом и предложением. Рынок подразумевает жесткую конкуренцию между предприятиями, выпускающими один и тот же вид продукции, борьбу за потребителей и расширение рынка сбыта, самофинансирование предприятий. Последнее означает, что предприятие должно получать прибыль, достаточную для обеспечения производственного цикла, дальнейшего развития и содержания социальной сферы.

Имея в виду существо рыночного регулирования, назовем основные аспекты, определяющие экономические и финансовые механизмы энергосбережения:

- 1) политика цен на топливно-энергетические ресурсы, которая формируется внутри государства исходя из внутреннего спроса и предложения с учетом международных условий (мировые цены); спрос зависит от структуры по отраслям и уровня развития экономики, социально-бытовой сферы в данной стране, а предложение – от наличия в ней источников ТЭР;
- 2) уровень развития экономики, состояние энергетического сектора и значимость в нем энергосбережения как источника ЭР;
- 3) структура национальной экономики, степень монополии государства на производство и поставки ТЭР, наличие альтернативных производителей энергии на энергетическом рынке и возможность для потребителей самим выбирать поставщиков ЭР;
- 4) жизненный уровень населения и степень осознания им значения государственной политики энергосбережения;
- 5) доля энергетической составляющей в себестоимости производимой продукции, товаров и услуг, их конкурентоспособность на внутреннем и мировом рынке.

Основными механизмами (рычагами) экономической части политики энергосбережения в Беларуси служат следующие элементы :

- реструктуризация экономики и ее управления, что обеспечивает так называемую структурную составляющую энергосбережения;
- ценовое и тарифное регулирование;
- нормирование расхода топлива и энергии (стандартизация энергопотребления, сертификация оборудования, материалов, конст-

рукций и т. д.), стандартизация энергопотребляющих продукции, работ и услуг;

- бюджетная политика, предусматривающая государственное финансирование программы энергосбережения;
- совершенствование денежно-кредитной системы;
- экономическое стимулирование сбережения энергии как ее потребителями, так и производителями;
- налоговая политика, направленная на использование налоговой системы для поддержания программы энергосбережения;
- рыночные механизмы: целевые облигационные займы, паевые инвестиционные фонды, финансовый лизинг;
- льготирование.

Экономическое стимулирование может осуществляться как положительными воздействиями (льготы, субсидии, дотации, льготные тарифы и т. п.), так и отрицательными (экономические санкции, платежи за перерасход ЭР и др.). При сегодняшней экономической ситуации в Беларуси, естественной монополии государства в энергетическом секторе для реализации национальной политики энергосбережения активно изыскиваются и концентрируются источники финансирования. Особое значение имеют оптимально обоснованное соотношение источников финансирования, формирование их наилучшей внутренней структуры, обоснованное с учетом приоритетов распределение финансирования на задачи программ по энергосбережению. В 1997 г. был создан внебюджетный фонд «Энергосбережение», для распределения средств которого и обеспечения контроля их использования создан Совет фонда. Созданы централизованный инновационный фонд концерна «Белэнерго», отраслевые, городские фонды на цели энергосбережения. Разработан и утвержден порядок начисления и перечисления сумм штрафов (платежей) и применения экономических санкций за нерациональное использование ТЭР, порядок выдачи кредитов субъектам хозяйствования на выполнение мероприятий по энергосбережению. Благодаря перечисленным мерам постепенно складывается отечественный рынок энергосберегающих технологий и оборудования, что способствует их совершенствованию и распространению. Формируется заинтересованность производителей в улучшении энергетических и экологических характеристик товаров и услуг для обеспечения их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

Следует обратить внимание на существующую в нашей стране государственную монополию на энергопроизводство и энергоснабжение, что не является оптимальным в условиях рыночного регулирования. Поэтому в настоящее время идет работа по реструктуризации энергетического сектора республики. При этом учитываются мировые тенденции ужесточения конкуренции в области энергоснабжения, либерализация энергетики ряда стран. Последнее означает, что потребители получают право сами выбирать себе поставщиков ЭР, что стимулирует дальнейшее энергосбережение и повышение уровня энергетического сервиса. Полигоном для отработки финансово-экономических механизмов энергосбережения, инструментом их распространения служат энергоэффективные зоны и проекты.

6.3. ЦЕНОВОЕ И ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Ключевым звеном в экономическом механизме стимулирования энергосбережения является система тарифов на энергоносители. **Общий принцип тарифообразования в условиях регулируемой рыночной экономики заключается в соответствии тарифов на энергоносители и цен на топливо для всех категорий потребителей (промышленность, транспорт, энергетика, сельское хозяйство, коммунально-бытовой сектор) фактическим затратам на производство и транспорт всех видов энергоносителей.** С одной стороны, система тарифов служит важным элементом системы управления энергосбережением, с другой – средством государственного регулирования взаимоотношений поставщиков и потребителей энергии для реализации энергетической политики.

Тарифообразование. Термин «тарифы» происходит от арабского «тариф», что переводится как «обозначение», «определение» и означает систему ставок, по которым взимается плата за услуги производственного и потребительского назначения как за продукцию, которая относится к особому рода потребительской стоимости, доставляемой трудом, оказывающим услугу не только в вещественной форме, но прежде всего в форме деятельности. Тарифы, в том числе на электрическую и тепловую энергию, воду, газ, являются разновидностью монопольной цены, отличаются от цен на вещественную продукцию относительно боль-

шей устойчивостью и более сложным дифференцированием ставок, в большей степени подвержены государственному регулированию. Тарифы, как и цены, представляют собой денежное выражение стоимости продукции и призваны возмещать сумму всех затрат предприятия на производство и продажу продукции, обеспечивая прибыль.

В СССР в доперестроечные времена, в эпоху дешевых энергоресурсов и безусловной монополии их поставщиков, применялись весьма примитивные тарифы, не отражавшие фактических затрат на производство и доставку энергоресурсов, не стимулировавшие ни производителей, ни потребителей к их эффективному использованию. Доля затрат на ТЭР в себестоимости продукции промышленного производства (энергетическая составляющая) составляла 5–7% и далеко не отражала их действительную стоимость. Низкая плата населения за коммунальные услуги обеспечивалась значительными необоснованными дотациями из государственного бюджета. Таким образом, действовавшая система тарифов способствовала энергозатратному характеру экономики. Экономический кризис 90-х гг. в странах СНГ, вызванный разрывом производственных связей между бывшими республиками, изменением социально-экономических отношений в них, привел к энергетическому кризису, одним из признаков которого является отсутствие системы тарифов, отвечающей стабильному развитию и прогрессу экономики.

В Беларуси цены на энергоносители резко возросли. Сложилась порочная практика перекрестного субсидирования на оплату за энергоносители, которая не стимулирует потребителей к эффективному энергоиспользованию. Суть ее состоит в том, что промышленные предприятия при оплате за энергию вынуждены покрывать льготы, предоставленные населению и сельскому хозяйству. Сегодня жильцы оплачивают лишь 1/3 стоимости услуг по воде и теплоснабжению, 2/3 – по электроэнергии и 35% стоимости газа. В результате население не заинтересовано в учете и уменьшении расхода энергоносителей. Необоснованно высокие тарифы на энергоносители для промышленной группы потребителей приводят к тому, что многие из них создают альтернативные автономные источники энергии, уходя от перекрестного субсидирования. Усугубляется положение части промышленных потребителей, использующих энергию от централизованных источников. Увеличивается доля расходов на тепло в себестоимости производимой ими продукции, падает ее конкурентоспо-

способность при увеличении цены. Если до распада СССР доля энергетических затрат в себестоимости продукции составляла 5–7% то в настоящее время эта составляющая возросла до 20–40%.

Вследствие спада промышленного производства и вынужденного отказа части потребителей из-за резкого роста тарифов от тепловой энергии, нагрузка Белорусской энергосистемы снизилась по электроэнергии на 25% и по теплу – на 30%. Автономные энергоисточники (собственные котельные, электрообогрев и т. п.) менее эффективны, чем в энергосистеме, с худшими экологическими характеристиками. Структура цен толкает потребителей к нерациональному использованию электроэнергии на цели теплоснабжения.

При вынужденной разгрузке ТЭЦ по теплу в энергосистеме существенно уменьшается экономия топлива за счет теплофикации, что в итоге затрудняет решение государственных задач – снижения энергоемкости внутреннего валового продукта и уменьшения зависимости Беларуси от импорта ТЭР. Таким образом, экономически необоснованные энергетические тарифы приводят к негативным последствиям государственного масштаба. Необходим отказ от перекрестного субсидирования. Система тарифов должна создавать условия для эффективного использования энергоносителей всеми категориями потребителей. Существует оптимальный уровень тарифов на энергию, определяемый известными экономическими закономерностями и отвечающий балансу интересов государства в целом, отдельных производителей и потребителей энергии.

В настоящее время для расчетов с потребителями в Беларуси применяются одно- и двухставочные тарифы на электроэнергию. Одноставочные тарифы служат для расчетов с населением, учреждениями, организациями, маломощными промышленными потребителями с присоединенной мощностью до 750 кВт, с предприятиями сельского хозяйства и электрифицированным транспортом. Размер платы определяется как произведение цены за единицу энергии на общее потребленное ее количество за данный промежуток времени:

$$П = T_э \cdot Э, \quad (6.1)$$

где $T_э$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч,

$Э$ – объем отпущенной электроэнергии, кВт·ч.

Количество потребленной энергии учитывается по счетчикам, установленным у потребителей.

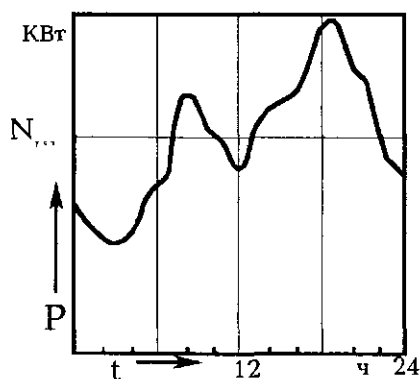


Рис. 6.3. Суточный график активной нагрузки энергосистемы.

Недостаток одноставочного тарифа – экономическая незаинтересованность потребителей в выравнивании графика за счет снижения пиков нагрузки, что облегчило бы условия работы и улучшило экономические показатели энергосистемы. На рис. 6.3 представлен суточный график активной нагрузки P (кВт) энергосистемы. На графике прямой, параллельной оси абсцисс, показан уровень установленной мощности $N_{уст}$ энергосистемы, превышение которого свидетельствует о недостаточности мощности собственных электростанций в ЭС и покупке недостающего количества энергии у других ЭС. Поэтому столь важно стимулировать снижение нагрузки у потребителей в часы максимума ЭС и выравнивание графика, т. е. уменьшать затраты на покупку электроэнергии. Положительной же стороной этого тарифа является его простота, понятность абонентам и минимум измерительных приборов учета – счетчиков активной энергии.

Для расчетов с промышленными потребителями с присоединенной мощностью 750 кВт и выше применяется двухставочный тариф, состоящий из двух частей:

- основной ставки за 1 кВт мощности, участвующей в максимуме нагрузки ЭС,
- дополнительной ставки за 1 кВт·ч потребленной энергии, как при расчетах по одноставочному тарифу.

Для объяснения смысла основной ставки двухставочного тарифа рассмотрим рис. 6.4, на котором даны суточные графики нагрузки ЭС (1) и пи-

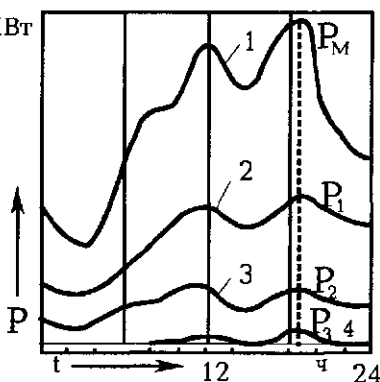


Рис. 6.4. Суточные графики нагрузки энергосистемы и ее потребителей

тающихся от нее крупных потребителей (2, 3, 4). Точка P_m (кВт) определяет максимум нагрузки ЭС, а точки P_1, P_2, P_3 – мощности соответствующих потребителей, участвующие в максимуме, за которые взимается плата по основной ставке.

Таким образом, сумма платы за потребленную электроэнергию при двухставочном тарифе может быть представлена следующим выражением:

$$P = a \cdot P_m^* + b \cdot \mathcal{E}_{\text{потр}}, \text{ руб.}, \quad (6.2)$$

где a – ставка участия в максимуме нагрузки ЭС, руб./кВт,

P_m^* – заявленная мощность участия в максимуме ЭС, кВт,

b – ставка за 1 кВт·ч потребленной активной энергии, руб./кВт·ч,

$\mathcal{E}_{\text{потр}}$ – количество энергии, потребленной и учтенной по счетчику, кВт.

Использование двухставочного тарифа экономически поощряет потребителей к снижению присоединенной мощности и максимума нагрузки за счет уплотнения и выравнивания их графиков. А недостаток двухставочного тарифа состоит в том, что он усложняет расчеты с потребителем.

Применяемые тарифы на тепловую энергию по своему экономическому содержанию аналогичны тарифам на электрическую энергию. Они одноставочные и дифференцированы по энергосистемам (областям) и по качеству тепловой энергии, определяемому параметрами теплоносителя – давлением и температурой.

Одно- и двухставочные тарифы, весьма грубо отражая реальный процесс энергопотребления, не позволяют устранить противоречие между заинтересованностью ЭС продать как можно больше энергии для получения наибольшей прибыли, интересами потребителей в получении энергии в необходимое для них время по более низкой цене и интересами государства в целом по рациональному использованию национальных энергоресурсов и меньшим затратам на приобретение импортных.

Развитие тарифных систем во всей мировой практике направлено на гармонизацию интересов поставщиков, потребителей энергии и государства. В США, Франции, Великобритании, в других экономически развитых странах тарифы дифференцированы по часам суток, по сезонам, по декадам месяца, что стимулирует как потребителей, так и производителей к выравниванию национальной кривой нагрузки. Исполь-

зуются тарифы, предусматривающие перерывы в электроснабжении. Потребители, применяющие их, в основном крупные промышленные предприятия, идут на снижение надежности электроснабжения в обмен на уменьшение тарифной ставки за максимум нагрузки.

Применение тарифов, различных по зонам суток, так называемых зонных тарифов, позволяет сберечь 5–10% вырабатываемой электроэнергии, так как стимулирует потребителей снижать нагрузку в часы максимума ЭС и заполнять ночные провалы нагрузки. Дифференцированный тариф во Франции применяется для трех периодов суток зимнего времени года и двух периодов летнего. В Германии сутки разделены на пять зон, для каждой из которых существует свой тариф.

С осени 1996 г. в нашей республике введены зонные тарифы по электроэнергии как альтернативные для промышленных предприятий, использовавших двухставочный тариф. Согласно этим тарифам (рис. 6.5), плата устанавливается только за потребленную энергию, но в зависимости от времени потребления в течение суток: для ночных ча-

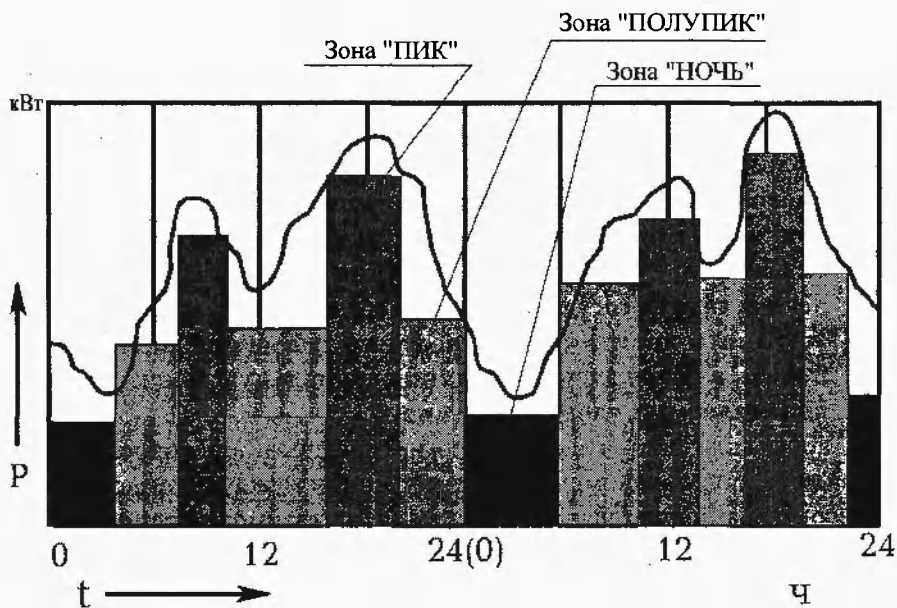


Рис. 6.5. График электропотребления за двое суток и зонные тарифы за электроэнергию.

сов тариф имеет коэффициент 0,6 относительно базовой ставки, для дневных, или часов полупика – 1,15, а для часов пика – 2,05. По сравнению с одноставочным и двухставочным тарифами зонный тариф более точно отражает реальный график энергопотребления и позволяет снизить суммарные энергозатраты ЭС и потребителей. Планируется осуществить переход на зонные тарифы большинства промышленных предприятий. Для этого необходима модернизация системы учета энергопотребления.

Принципы и функции тарифов в условиях регулируемой рыночной экономики. В Республике Беларусь взят стратегический курс на создание регулируемой рыночной экономики. Так как государство обладает естественной монополией на энергоснабжение, то оно и устанавливает тарифы на энергию. При этом основными принципами являются следующие:

- соответствие тарифов реальным затратам на получение и доставку ТЭР,
- учет экономических интересов производителей и потребителей энергии,
- создание условий для конкуренции между энергоснабжающими организациями, которая способствует снижению тарифов.

В этой связи предстоит решить три основных аспекта тарифной проблемы в Беларуси:

- построить систему тарифов на энергоносители, соответствующую формирующимся рыночным отношениям в энергоснабжении, с механизмом адаптации ее к их изменениям,
- осуществлять государственное регулирование тарифов,
- устранить практику перекрестного субсидирования и обеспечить в сфере энергоснабжения социальную защиту низкооплачиваемых слоев населения.

Тарифы на тепло- и электроэнергию предполагается определять в условиях свободы экономической конкуренции между производителями энергии на основе рыночного механизма взаимодействия цены и спроса на энергопродукцию. В республике в качестве конкурентов энергосистемы выступают:

- по производству тепловой энергии – промышленные и отопительные котельные и местные теплогенераторы,

- по производству электроэнергии – небольшие промышленные ТЭЦ, создаваемые на предприятиях, на которых используются экономичные газотурбинные и паротурбинные установки, работающие по теплофикационному циклу; кроме того, импорт электроэнергии из России, Литвы, Украины, Польши.

Так что, существует вполне определенный интервал, в котором государственная энергосистема может регулировать тарифы в интересах своего развития и наибольшей прибыли и обеспечивать при этом сохранение лидирующего положения на рынке энергии. Верхняя граница этого интервала определяется стоимостью производства энергии вышеназванными альтернативными энергоисточниками. Нижняя граница – рентабельностью ЭС при обеспечении нормативных удельных расходов топлива, потерь энергии при ее транспорте и затрат на эксплуатацию энергоисточников и энергосетей.

В чем же может проявляться государственное регулирование тарифов?

Регулирующая роль государства заключается в создании конкурентной среды между производителями энергии и стимулировании как производителей, так и потребителей энергии на энергосбережение.

Государство, регулируя тарифы, управляет процессами централизации и децентрализации энергоснабжения путем выбора и допуска на рынок энергии альтернативных энергоисточников – конкурентов энергосистеме. Например, стоимость производства тепловой энергии на действующих котельных, новых котельных, построенных за счет средств потребителя, и новых котельных, построенных на заемные средства, различна и возрастает в порядке перечисления. Устанавливая ограничения тарифов на тепловую энергию для той или иной категории котельных, можно регулировать масштабы строительства новых котельных, закрытие существующих, рост централизации теплоснабжения от ЭС. Регулирование тарифов позволяет также предупредить массовое использование электроэнергии для целей теплоснабжения.

Существует критическое соотношение тарифов на тепловую и электрическую энергию, которое не должно превышать, так как потребителю становится выгодно использовать электроэнергию для отопления. Это недопустимо: КПД преобразования топлива в тепловую и электри-

ческую энергию соответственно равен 85–93% и 30–39%, следовательно, будет происходить перерасход ПЭР в 2,5–3 раза при больших выбросах вредных веществ в атмосферу.

Государство может установить льготные энергетические тарифы для отдельных предприятий, продукция которых пользуется спросом на внешнем рынке, тем самым повысить ее конкурентоспособность за счет снижения энергетической составляющей в себестоимости продукции.

Устанавливая энергетические тарифы, государство может использовать их как мощный экономический инструмент для реализации своей энергетической политики. В зависимости от соотношения тарифов и стоимости производимой энергии энергоисточники оказываются конкуренто- или неконкурентоспособными на энергетическом рынке. Соотношение тарифов на тепловую и электрическую энергию, их внутренняя структура влияют на развитие комбинированного производства тепловой и электрической энергии, т. е. дальнейшее ускорение теплофикации в республике. Тарифы на тепловую энергию, отпускаемую с ТЭЦ, дифференцированы по территории республики с учетом доли теплофикации по областям. Предлагается также дифференцировать их в зависимости от энергетической ценности тепловой энергии (давления отбираемого пара или температуры сетевой воды), чтобы стимулировать потребителей к снижению давления потребляемого пара и более глубокому использованию теплоты обратной сетевой воды.

Дифференциация тарифов на электроэнергию по зонам графика электрической нагрузки стимулирует потребителей к снижению потребления в период максимума нагрузки ЭС, т. е. выравниванию графика. При этом обеспечивается экономический эффект благодаря снижению затрат, которые были бы необходимы на прирост установленной мощности в ЭС, и оптимизации функционирования электростанций в ЭС за счет снижения расхода топлива и использования более экономичных энергоустановок для покрытия нагрузок.

Перечисленные функции государственного регулирования тарифов позволяют осуществлять активное внедрение энергоэффективных и энергосберегающих технологий как у производителей, так и у потребителей энергии.

Реальные шаги и перспективы тарифной политики. В статье 20 Закона «Об энергосбережении» записано: «В целях стимулирования рационального использования топливно-энергетических ресурсов осуществляется установление сезонных цен на природный газ и сезонных тарифов на электрическую и тепловую энергию, дифференцированных по времени суток и дням недели тарифов на эти виды энергии...» В качестве неотложной меры в Программе «Энергосбережение» ставится задача: «Привести в соответствие системы цен и тарифов на энергоносители фактическим затратам на производство и транспорт для всех категорий потребителей». Эта задача решается постепенно посредством государственного регулирования параллельно со стабилизацией экономической ситуации в республике при социальной защите малообеспеченных слоев населения.

В разделе Программы «Основные механизмы и меры энергосбережения для отрасли» (энергетика) определены «переход на тарифы на электроэнергию для населения, возмещающие затраты на производство и распределение электроэнергии, стабилизация тарифов на электроэнергию для промышленных предприятий, снижение для них тарифов на тепловую энергию и перевод на первом этапе крупных потребителей, на втором этапе – более мелких и на третьем этапе – населения на дифференцированные по времени суток тарифы».

В числе первоочередных мер Программа называет разработку гибких тарифов, обеспечивающих максимальную загрузку наиболее экономичных источников – ТЭЦ, районных котельных, крупных промышленных котельных, пересмотр тарифов на тепловую энергию для жилищно-бытового сектора. Предусматривается поэтапное повышение тарифов для населения на потребляемые ТЭР. Для общественных, бюджетных организаций, для населения города и села рекомендуется при использовании ТЭР в объемах, не превышающих установленных нормативов, оплата по льготному тарифу, а при превышении расхода – по повышенному. В промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве при снижении нормативов потребления всех видов энергоносителей более чем на 4% тариф на потребленную электро- и теплоэнергию уменьшается пропорционально снижению суммарного приведенного норматива.

6.4. О НОРМИРОВАНИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Необходимым прямым и косвенным инструментом государственной политики энергосбережения является механизм нормирования расхода топлива и энергии для технологических процессов, установок, оборудования, продукции, электробытовых приборов, а также стандартизации энергопотребляющих продукции, работ и услуг. В Национальной системе сертификации Республики Беларусь обеспечивается контроль соответствия энергопотребляющих продукции, в том числе энергосберегающей, работ и услуг, а также топливно-энергетических ресурсов требованиям эффективного энергопотребления, установленным нормативными актами.

Разработка норм расхода топлива и энергии осуществляется субъектами хозяйствования независимо от форм собственности с периодичностью один раз в три года, а также при изменении технологии, структуры и организации производства и совершенствовании методики нормирования расхода этих ресурсов. Утверждаются нормы для предприятий, учреждений и организаций соответствующими республиканскими органами государственного управления, объединениями, подчиненными правительству Республики Беларусь, местными исполнительными и распорядительными органами. Для субъектов хозяйствования с суммарным годовым потреблением в объеме 1 тыс. т. у. т. и более и для котельных производительностью 0,5 Гкал в час и выше нормы согласовываются с Госкомэнергосбережением. Для иных субъектов хозяйствования нормы расхода топлива и энергии утверждаются Госкомэнергосбережением. Пересмотр норм производится ежегодно.

Рассмотрим наиболее существенные моменты «Положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь».

Согласно этому документу, норма расхода топливно-энергетических ресурсов – это мера потребления этих ресурсов на единицу продукции (работы, услуги) определенного качества в планируемых условиях производства.

Фактический удельный расход – это количество энергии, фактически потребленное объектом на производство единицы продукции или работы в реальных условиях производства.

Нормирование расхода топлива и энергии осуществляется отдельно по котельно-печному топливу, тепловой и электрической энергии на всех уровнях планирования и хозяйственной деятельности: предприятие, министерство (ведомство), народное хозяйство.

Для комплексной оценки эффективности использования ТЭР наряду с нормами расхода топлива и энергии применяются **прямые обобщенные удельные энергозатраты**. Обобщение затрат всех видов ТЭР может производиться в первичную энергию и в произведенную работу. Прямые обобщенные энергозатраты определяются на основе расходов топлива прямого использования, тепловой и электрической энергии и соответствующих эквивалентов энергоресурсов. Энергетические эквиваленты численно характеризуют первичную энергоёмкость и экономическую работоспособность энергоресурсов: первичная энергоёмкость используется для расчета первичной энергии, экономическая работоспособность – для расчета произведенной работы.

В таблице 6.2 дана классификация норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии. Нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии включают перечень статей их расхода, учитываемых в нормах на производство продукции (работы). Состав норм расхода устанавливается ведомственными (отраслевыми) инструкциями, на основе которых на каждом предприятии определяется конкретный состав норм расхода. Коммунально-бытовое и другое непроизводственное потребление ТЭР не нормируется.

Таблица 6.2.

Признак классификации	Виды расходов топлива, тепловой, электрической энергии	Определение	Составляющие
Степень агрегации объектов нормирования	Индивидуальные, включая отраслевые для средних по отрасли условиям производства данного вида продукции	Расходы на производство продукции (работы) по однотипным технологическим объектам, агрегатам, установкам, машинам применительно к планируемым условиям производства продукции (работы)	Расход на технологические процессы + расход на вспомогательные нужды производства +

Продолжение таблицы 6.2.

Признак классификации	Виды расходов топлива, тепловой, электрической энергии	Определение	Составляющие
Степень агрегации объектов нормирования	Групповые	Расходы на производство всего объема одноименной продукции (работы) по хозяйственным объектам разных уровней планирования: предприятие, отрасль и др.	+ потери в сетях и аппаратах
Состав расходов	<p>Технологические</p> <p>Общепроизводственные:</p> <p>I — общецеховые расходы на технологическ. цели и в цехах на вспомогат. процессы, санитарно-технические нужды, освещение, регламентированные потери энергии в цехе</p> <p>II — общезаводские состоят из общецеховой нормы, общезаводских расходов, нормативных потерь в заводских сетях преобразоват. установках</p>	<p>Расходы на основные и вспомогательные технологические процессы производства данного вида продукции (работы), расход на поддержание технологич. агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, неизбежные технически обоснованные потери энергии при работе оборудования технологических агрегатов и установок</p> <p>Расходы тепл., электрич. энергии на основные и вспомогат. технологич. процессы, на вспомогат. нужды производства, а также технически неизбежные потери энергии в преобразователях в тепл. и электрич. сетях предприятия, отнесенные на производство данной продукции (работы)</p>	<p>Теоретический расход на энергетич. воздействие на обрабатываемый материал, определяемое физико-химич., механич., энергетич. процессами, и осуществление главной цели технологич. процесса</p> <p>+ сопутствующий расход на создание условий для достижения главной цели технолог. процесса</p> <p>+ потери передачи и трансформации энергии в технологических установках: при сгорании топлива, теплопередаче в теплообменниках, электромеханические потери в двигателях</p>

Продолжение таблицы 6.2.

Признак классификации	Виды расходов топлива, тепловой, электрической энергии	Определение	Составляющие
	III – производственного объединения – из общезаводских, затрат во вспомогательн. службах, объединения, потерь на его функционир.		
Период действия	Текущие (квартальные, годовые) Перспективные	Расходы для планирования, контроля за фактическим расходованием ТЭР Расходы для перспективного планирования, прогнозирования потребности в ТЭР	

Для анализа эффективности энергоиспользования, выявления резервов экономии ТЭР кроме удельных и обобщенных показателей расхода ТЭР рекомендуется рассчитывать систему энергосберегающих показателей, позволяющих исследовать закономерности развития энергохозяйства предприятия во времени. В таблице 6.3 представлен перечень энергосберегающих показателей по нормированию. Нормативные показатели расхода устанавливаются по электрической энергии, по тепловой энергии, включая передаваемую потребителям посредством пара и горячей воды, по котельно-печному топливу: углю, торфу, сланцам, дровам, мазутам, сырой нефти, природному, попутному, коксовому газу и т. д.

В таблице 6.4 приведена классификация нормативных показателей по уровням управления потреблением ТЭР. Для разработки норм расхода ТЭР могут применяться следующие методы:

- **расчетно-аналитический.** Предусматривает определение норм расхода расчетным путем по статьям расхода на основе прогрессивных показателей использования ТЭР в производстве или путем математического описания закономерности протекания процесса на основе учета нормообразующих факторов;
- **отчетно-статистический.** Предусматривает определение норм расхода на основе анализа статистических данных о фактичес-

- ких удельных расходах ТЭР и факторов, влияющих на их изменение, за ряд предшествующих лет;
- **расчетно-статистический.** Использует экономико-статистические модели в виде зависимостей фактического удельного расхода энергоресурса от воздействующих факторов;
 - **опытный.** Заключается в определении удельных затрат ТЭР по данным, полученным в результате испытаний (эксперимента).

Таблица 6.3.

Наименование и формула расчета показателя	Пояснение обозначений
Прямые обобщенные энергозатраты: $A_{тэр} = B + K_э \Delta + K_q Q$, т.у.т	B - количество топлива, поступившего на предприятие извне, т.у.т. Δ и Q - количество электро- и теплоэнергии, полученные предприятием от энергосистемы, Мвт.ч $K_э$ и K_q - топливные эквиваленты - количество условного топлива для производства и передачи к месту потребления единицы электрической и тепловой энергии, т.у.т./Мвт.ч и т.у.т./Гкал
Энергоемкость продукции (работы): $A_{п} = A_{тэр} / П$, т.у.т./е.и.п.	$П$ - объем продукции, произведенной за анализируемый период в единицах измерения продукции (е.и.п.)
Электроемкость продукции (работы): $\Delta_{п} = \Delta / П$, тыс.кВт.ч/е.и.п.	Δ - количество потребленной электроэнергии за анализируемый период, тыс.кВт.ч
Теплоемкость продукции: $Q_{п} = Q / П$, Гкал/е.и.п.	Q - количество потребленной тепловой энергии за анализируемый период, Гкал
Энерговооруженность труда: $A_{м} = A_{тэр} / M$, т.у.т./чел.	M - среднесписочная численность промышленно-производственного персонала
Электровооруженность труда: $\Delta_{м} = \Delta / M$, тыс.кВт.ч/чел.	Δ, M - те же обозначения, что и выше
Электровооруженность труда по мощности: $\Delta_{р} = P_{н} / M$, тыс.кВт.ч/чел.	$P_{н}$ - установленная мощность всех токоприемников на предприятии, тыс.кВт
Коэффициент электрификации: $\Delta_{э} = \Delta / A_{тэр}$, тыс.кВт.ч/т.у.т.	$\Delta, A_{тэр}$ - те же обозначения, что и выше
Теплоэлектрический коэффициент: $Q_{э} = Q / \Delta$, Гкал/тыс.кВт.ч/т.у.т.	Q, Δ - те же обозначения, что и выше
Электротопливный коэффициент: $\Delta_{в} = \Delta / B$, тыс.кВт.ч/т.у.т.	Δ, B - те же обозначения, что и выше

Таблица 6.4.

Уровни	Наименование показателя (нормы)	Расчетные формулы
Энергетическая, энергоиспользующая установка	1. индивидуальная технологическая норма на производственный продукт (работу) 2. групповая - по группе агрегатов, выпускающих одноименную продукцию (выполняющую работу)	Технологическая норма по расходу i -го вида энерго-ресурса (ЭР): $H_i = W_i / \Pi$, W_i -расход i -го ЭР на технологические нужды; Π - объем выпускаемой продукции Общепроизводственная цеховая норма расхода i -го вида ЭР:
Технологический процесс	1. индивидуальная технологическая норма на процесс производства продукции (работ) 2. групповая - по группе одноименных процессов, производящих продукцию	$W_i + W_{всп. i} + W_{п. с. i}$ $H_{ц. i} = \dots$ Общепроизводственная заводская норма расхода i -го вида ЭР:
Производственный цех	1. индивидуальная технологическая норма при одном способе производства продукции (работу) 2. групповая технологическая норма при различных способах производства продукции 3. общепроизводственная I	$H_{з. ij} = (W_{ij} + W_{з. ij} + W_{п. с. ij}) / \Pi_{ij}$, ΣW_{ij} - суммарный расход i -го вида ЭР на технологическ. нужды производства j -го продукта на предприятии, $W_{з. ij}$ -общезаводской расход i -го ЭР на вспомогат. нужды производства j -го продукта, $W_{п. с. ij}$ -потери i -го вида ЭР в общезаводских сетях и преобразоват. установках при производстве j -го продукта
Производственное предприятие	1. групповая технологическая 2. общепроизводственная II	
Производственное объединение	1. групповая технологическая 2. общепроизводственная III	
Министерство (отрасль)	1. групповая общепроизводственная на продукт (работу), вырабатываемый на разных предприятиях (среднеотраслевая)	Групповая норма расхода i -го вида ЭР на верхних уровнях планирования (среднеотраслевая норма на производство j -ой продукции) $(H_{з. ij} \Pi_{з. j})$ $H_{пр. ij} = \dots$
Промышленность в целом (межотраслевая)	1. групповая общепроизводственная на данный продукт (работу), вырабатываемый в различных отраслях	$\Pi_{з. j}$
На всех уровнях	1. удельные расходы топлива, тепл., электрич. энергии на единицу производимой продукции (работы)	$\Pi_{з. j}$ -суммарный объем j -ой продукции на предприятиях отрасли за анализируемый период

Рекомендуется разумное сочетание названных методов, что позволяет снизить трудоемкость и повысить достоверность энергетического нормирования. Для предприятий, не выпускающих продукцию (работу, услуги), предусмотрено согласование предельных уровней потребления ТЭР.

«Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь» устанавливает также порядок разработки мероприятий по энергосбережению, в частности плана организационно-технических мероприятий (ОТМ) по экономии ТЭР, который является важным направлением формирования нормативной базы планирования расхода ТЭР в производстве.

Работа по энергосбережению должна быть направлена на то, чтобы прирост потребности предприятия в ТЭР удовлетворялся в основном за счет экономии. Основными показателями эффективности использования ТЭР в результате внедрения мероприятий по энергосбережению являются абсолютная и относительная их экономия.

На предприятиях должен быть организован коммерческий и внутрипроизводственный учет расхода ТЭР с помощью приборов, установленных в соответствии с правилами технической эксплуатации.

В состав технико-экономической части проектов новых и реконструированных производств включаются показатели удельного расхода топлива, тепловой и электрической энергии, а также обобщенные энергозатраты на производство продукции (работы), соответствующие лучшим отечественным и мировым достижениям. В стандартах на машины и оборудование, наряду с другими качественными характеристиками, указываются показатели расхода ТЭР на единицу продукции (работы), а также другие энергоэкономические показатели.

Соответствие производимого бытового оборудования требованиям, установленным нормативными документами по стандартизации в части показателей энергоэффективности, подтверждается маркировкой оборудования.

Государственный метрологический надзор за средствами и методами измерений, работы по стандартизации и сертификации в сфере энергосбережения организует и проводит республиканский орган Государственного управления по стандартизации, метрологии и сертификации.

РЕЗЮМЕ

1. *Правовая основа государственной политики энергосбережения - Закон «Об энергосбережении», республиканские, отраслевые и региональные программы энергосбережения, указы Президента, постановления Совета Министров РБ и др. Закон устанавливает приоритет энергосбережения в государственной политике решения энергетической проблемы в Республике Беларусь.*
2. *Система финансово-экономических механизмов служит созданию экономической заинтересованности в эффективном энергоиспользовании, вовлечении в ТЭБ нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, инвестировании средств в энергосбережение. Необходима ее адаптация к изменениям состояния экономики государства. Основные механизмы политики энергосбережения в Беларуси:*
 - *реструктуризация экономики и ее управления;*
 - *ценовое и тарифное регулирование;*
 - *нормирование расхода ТЭР, стандартизация энергопотребляющих продукции, работ, услуг;*
 - *бюджетная политика и денежно-кредитная система;*
 - *экономическое стимулирование и налоговая политика;*
 - *рыночные механизмы (целевые облигационные займы, паевые инвестиционные фонды, финансовый лизинг) и льготирование.*
3. *Принципы тарифов в условиях регулируемой рыночной экономики:*
 - *соответствие тарифов реальным затратам на получение и доставку ТЭР для всех категорий потребителей,*
 - *учет экономических интересов производителей и потребителей энергии,*
 - *создание условий конкуренции между энергоснабжающими организациями.*

Аспекты решения тарифной проблемы в Беларуси:

- *построить систему тарифов на ТЭР, соответствующую формирующимся рыночным отношениям с механизмом адаптации к их изменениям,*

- осуществлять государственное регулирование тарифов,
- устранить практику перекрестного субсидирования и обеспечить социальную защиту низкооплачиваемых слоев населения.

Государственное регулирование тарифов заключается в создании конкурентной среды между производителями энергии и в стимулировании производителей и потребителей энергии к энергосбережению.

4. **Норма расхода ТЭР** – мера их потребления на единицу продукции (работы, услуги) определенного качества в планируемых условиях производства. Разработка норм расхода производится субъектами хозяйствования один раз в каждые три года, их пересмотр – ежегодно. Коммунально-бытовое и др. непроизводственное потребление ТЭР не нормируется. Для комплексной оценки эффективности использования ТЭР служат **прямые обобщенные удельные энергозатраты**, определяемые на основе расходов топлива прямого использования, тепловой, электрической энергии и эквивалентов энергоресурсов, **система энергоэкономических показателей (табл. 6.3).**

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Назовите основные документы, образующие нормативно-правовую базу государственной политики энергосбережения.
2. Расскажите о структуре Закона «Об энергосбережении» и дайте краткую характеристику его статей.
3. Кто является субъектами отношений в сфере энергосбережения?
4. Что означает государственное управление энергосбережением? Кто и как его осуществляет?
5. Зачем нужны, как разрабатываются и реализуются программы энергосбережения?

6. Назовите основные финансово-экономические механизмы энергосбережения, объясните их назначение.
7. Что такое тарифообразование и каковы его задачи в области энергоиспользования?
8. Назовите принципы формирования тарифов в условиях регулируемой рыночной экономики. Что Вам известно об опыте тарифной политики других стран?
9. Расскажите о действующих тарифах на ТЭР в Беларуси, о проблемах и перспективах тарифной политики.
10. В чем заключается роль государства в регулировании тарифов?
11. Объясните назначение и структуру механизма нормирования энергопотребления.
12. Расскажите о классификации и составе норм расхода ТЭР.
13. Назовите показатели и методы, используемые для нормирования и оценки эффективности использования ТЭР.
14. Расскажите о практике нормирования энергопотребления в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении». // Энергоэффективность. № 7. 1998. – С 2–5.
2. Государственная программа Республики Беларусь «Энергосбережение»: Основные направления и первоочередные меры. – Мн.: Комитет «Белэнергосбережение», 1995. – 52 с.
3. Дубовик Л.А., Судиловский В.К. К формированию экономического механизма управления энергосбережением в Беларуси // Изв. вузов. Энергетика. – 1992. № 11–12. – С. 108–114.
4. Методические рекомендации для преподавателей средних технических учебных заведений по энергосбережению. // Под ред. В.В. Кузьмича. – Мн., 1996. – 101 с.

5. Хайман Д.Н. Современная микроэкономика: Анализ и применение. В 2-х т. Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1992. – 768 с.
6. Микроэкономика в таблицах и графиках: Учебник для вузов / Прыкин Б.В., Прыкина Т.Б., Эриашвили Н.Д., Захаров С.В. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. – 503 с.
7. Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент: Учебное пособие. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. – 304 с.
8. Организация, планирование и управление в энергетике: Учебник / Под ред. В.Г. Кузьмина. – М.: Высш. школа, 1982. – 402 с.
9. Кузьмич В.В., Шибалова А.М. Совершенствование управления энергосбережением. – Мн.: БелНИИНТИ, 1990. – 96 с.
10. Шавельзон М.И., Трутаев В.И. Энергетические тарифы и регулируемый рынок. // Белорусский экономический журнал. № 1. 1998.

ГЛАВА 7.

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И ФИРМАХ:

организация энергообеспечения, управление
энергоиспользованием, технические направления
повышения энергоэффективности

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ:

малые и мини-ТЭЦ, повышение эффективности
котельных, компрессорное оборудование
и холодильная техника, теплонасосные установки,
энергоберегающий электропривод, автоматизация
управления производственными процессами

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АУДИТЫ И ОБСЛЕДОВАНИЯ:

системный характер, качественно новый
технический уровень; основной инструмент
энергетического менеджмента

УЧЕТ, КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ:

АСКУЭ промышленных, жилищно-коммунальных
предприятий; первичный приборный учет энергии

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ В ГОРОДАХ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ:

концепция и задачи – градостроительство и санация
жилых зданий, совершенствование теплоснабжения,
внутригородской транспорт, системы освещения,
утилизация мусора

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БЫТУ:
психологическая настроенность, знание и умение,
внутренняя дисциплина и культура в повседневной жизни

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

- 1. Объяснить структуру системы энергообеспечения предприятий и фирм, назвать ее основные элементы.*
- 2. Назвать приоритетные технические направления действующей Государственной программы «Энергосбережение» и пути их реализации.*
- 3. Рассказать, как осуществляется контроль, учет и управление энергопотреблением.*
- 4. Перечислить и объяснить основные способы и средства энергосбережения на предприятии (фирме) и в повседневной жизни.*

7. 1. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И ФИРМАХ

Системы энергообеспечения предприятия (фирмы). Условие функционирования любого предприятия, фирмы – надежное энергообеспечение их производственной или посреднической деятельности. Размеры, структура, исполнение системы энергообеспечения зависят от отраслевого профиля, применяемых технологий, масштабов производства предприятия или оказываемых фирмой услуг.

В рамках энергохозяйства предприятия различают первичные и вторичные энергоресурсы. Первичные – это энергоресурсы, поступающие на предприятие в готовом для потребления виде или специально вырабатываемые непосредственно на предприятии для осуществления технологических или вспомогательных, сервисных целей. Вторичные энергоресурсы, или «энергетические отходы» – это энергоресурсы, образующиеся как попутные при осуществлении технологических процессов. В табл. 7.1 представлены возможные виды первичных и вто-

ричных энергоресурсов, образующих энергетические потоки внутри предприятия.

Таблица 7.1.

Первичные энергоресурсы (ПЭР)	Вторичные энергоресурсы (ВЭР)
Топливо: уголь, кокс, горючие сланцы, отходы древесины, торф, природный газ Тепловая энергия (пар, горячая вода) Электрическая энергия Сжатый воздух Хладагенты (жидкий азот, кислород, фреон) Технологическая и хозяйственно- питьевая вода	Технологические газовые и жидкостные отходы Конденсат Отработанный пар Органические отработанные растворители Дымовые газы Биогаз Сточные воды Вентиляционные выбросы и др.

Система энергообеспечения предприятия может быть разделена на подсистемы по видам энергоносителей. В каждой из этих подсистем могут быть выделены источник энергии, система распределения, потребители, утилизаторы энергетических отходов. По взаимному расположению источника энергии и потребителей различают системы центрального и местного энергоснабжения. Все подсистемы энергообеспечения предусматривают резервирование, определяемое категорией потребителя. Подсистемы энергообеспечения различными энергоносителями, как правило, взаимосвязаны как в структурном, так и в режимном отношении.

Одним из основных первичных энергоресурсов на промышленных предприятиях является топливо. Ему соответствует система топливообеспечения. Топливо на предприятиях сжигается в преобразовательных энергоустановках для производства тепловой или электрической энергии, а также может служить для осуществления технологических процессов, например, на металлургических, энергетических, коксохимических, нефтеперерабатывающих предприятиях. В зависимости от потребностей производства топливо может использоваться в твердом виде: уголь, кокс, горючие сланцы, – в жидком виде: мазут, дизельное топливо, бензин, в газообразном: природный газ, технологические газовые отходы. Снабжение предприятий мазутом и углем обычно произ-

водится по железнодорожным путям, газом – по технологическим газопроводам. Для Беларуси экономически целесообразно использование местных видов твердого топлива: отходов древесины и торфа. Применение отходов древесины как возобновляемого источника энергии имеет как экономическое, так и экологическое значение и требует создания инфраструктуры сбора, переработки, хранения и доставки. На территории предприятия имеется система хранения, переработки и распределения топлива.

Основными первичными энергоресурсами на любом современном предприятии являются электрическая и тепловая энергия. При централизованной системе снабжения электроэнергия поступает из энергосистемы по воздушным или кабельным линиям электропередачи на головную подстанцию предприятия и распределяется по заводским электрическим сетям между конечными потребителями. При этом происходит трансформация электрической энергии с напряжения 110 кВ и выше на входе головной подстанции до 6–10 кВ в распределительных сетях на территории завода и до 0,4–0,6 кВ – в распределительных пунктах. Тепловая энергия поступает от теплоцентралей (ТЭЦ) энергосистемы в виде пара различного давления и горячей воды разной температуры по теплосетям и распределяется к потребителям по распределительным сетям предприятия. Подсоединение теплопотребителей к тепловой сети осуществляется через тепловые пункты, на которых производится преобразование вида теплоносителя или его параметров: давления и температуры. Тепловые пункты подразделяются на индивидуальные – ИТП для подсоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения одного здания и центральные – ЦТП для подсоединения названных систем двух и более зданий. При децентрализованных системах энергоснабжения электрическая энергия вырабатывается собственными генераторами, работающими на паровых или газовых турбинах либо дизельных двигателях. Излишки электроэнергии предприятие может продавать энергосистеме. На отдельных предприятиях потребности в электроэнергии могут покрываться как собственными источниками, так и частично закупкой в энергосистеме. Тепловая энергия может вырабатываться на собственной заводской ТЭЦ или котельной.

Котельные работают обычно на мазуте, газе, реже на угольной пыли, древесных отходах. Значительным источником тепловой энергии на за-

водах с высокотемпературными технологиями являются котлы-утилизаторы, использующие тепловые отходы или вторичные энергоресурсы.

Среди первичных энергоресурсов, широко применяемых для технологических целей, следует назвать сжатый воздух и хладагенты (жидкий азот, кислород, фреон). Сжатый воздух вырабатывается на заводских компрессорных станциях, электропривод которых осуществляется мощными синхронными электродвигателями. Заводы с технологическим потреблением сжиженных газов используют собственные станции сжижения или хранилища привозимых хладагентов.

К системам энергообеспечения относятся также системы снабжения технологической и хозяйственно-питьевой водой, канализации, очистки и утилизации сточных вод. Современные технологии очистки производственных вод позволяют обеспечить оборотную рециркуляционную систему водоснабжения с получением биогаза, служащего топливом для выработки тепловой или электрической энергии.

Рассмотрим основные направления потребления и использования перечисленных энергоресурсов. В целевом аспекте следует различать потребление энергоресурсов на технологические нужды и вспомогательные производственные и хозяйственно-бытовые нужды предприятия.

Технологическое энергопотребление включает следующие способы применения энергоресурсов:

- топлива – в различного рода печах и сушильно-выпарных устройствах для технологической обработки материалов и изделий: нагрева и плавки металлов, обжига строительных материалов, термической переработки топлива, получения перегретого пара, горячей воды, сушки сырьевых материалов и изделий и т. д.;
- электрической энергии – для электропривода (синхронные и асинхронные электродвигатели, двигатели постоянного и переменного тока) технологических механизмов и машин и для электронагрева в дуговых плавильных печах, электросварки, процессов промышленной электротермии: индукционного нагрева (закалка, плавка, штамповка, ковка и др.) и диэлектрического нагрева (сушка, склеивание, спекание и др.), для систем управления и автоматизации;
- тепловой энергии – для нагрева (пропарки, сушки) сырья и готовой продукции, для механического воздействия (паровой молот);

- энергии сжатого воздуха – для пневмопривода, пневмотранспорта, очистки, обдувки сырья или готового продукта;
- энергии хладагентов – для процессов охлаждения, замораживания сырьевых, промежуточных, готовых материалов и изделий;
- энергии потоков воды и других жидкостей – для обмыва, очистки технологических поверхностей, охлаждения, переноса рабочих веществ и т.п.

Вспомогательные производственные и хозяйственно-бытовые энергозатраты включают затраты энергии на обеспечение функционирования систем освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования, водо- и газоснабжения, очистки и утилизации производственных отходов, приводов механизмов собственных нужд предприятия или фирмы, устройств выработки сжатого воздуха, тепловой, электрической энергии для технологических процессов, внутризаводской транспортировки, складирования сырья и готовой продукции и т.п. Таким образом, это энергозатраты, не связанные с основными технологическими процессами и непосредственным выпуском продукции.

В табл. 7.2 указаны основные элементы систем энергоснабжения предприятия. Во всех элементах этих систем: звеньях получения, преобразования, передачи, распределения и потребления всех видов энергоносителей – имеют место потери энергии, а следовательно, существуют возможности оптимизации энергозатрат, как в системах собственных нужд, так и технологического энергообеспечения предприятия или фирмы.

Немаловажное значение имеют режимы энергопотребления, т.е. изменение уровня потребления энергии во времени. Они определяются нуждами технологии и режимами производства или оказываемыми услугами. Поэтому возможности оптимизации энергопотребления в этом направлении лимитируются технологическими ограничениями или требуют реорганизации производства и совершенствования технологий. Оптимизация технологических процессов, конструкций и режимов работы производственного оборудования по критерию энергозатрат получила название технологического энергосбережения. Многообещающими средствами оптимизации режимов энергопотребления является использование внутризаводских систем и устройств аккумулирования, а также, при централизованном снабжении электроэнергией, – методов

Таблица 7.2.

СИСТЕМА ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЯ: разгрузочный пункт, склады топлива, устройства сортировки, переработки, внутри-заводская система транспорта и доставки
СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ: головная преобразовательная подстанция энергосистемы или заводская ТЭЦ, внутризаводские распределительные трансформаторные
СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ: заводская ТЭЦ или котельная либо тепловые пункты по приему и распределению тепловой энергии от энергосистемы, внутризаводские тепловые распределительные сети и запорные устройства, система сбора и возврата конденсата
СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ: компрессорная станция, сеть распределительных трубопроводов с различными уровнями номинальных давлений и запорные устройства
СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ: артезианские скважины и станции подъема воды, системы водозабора и очистки, сети распределительных трубопроводов и запорные устройства, системы канализации производственных, хозяйственно-бытовых, ливневых сточных вод, система оборотного водоснабжения
СИСТЕМА КОНЕЧНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ: технологические и вспомогательные системы и установки предприятия или фирмы

так называемого встречного регулирования графиков электрической нагрузки предприятия. Такое регулирование предполагает оптимизацию режимов внутризаводского потребления навстречу изменениям графика нагрузки энергосистемы с целью компенсации последних для минимизации платы за энергоресурсы. Встречное регулирование как средство оптимизации работает при наличии системы тарифов, отвечающих реальным затратам на производство, передачу и распределение электроэнергии.

Взаимозаменяемость энергоресурсов и энергоустановок ставит задачу оптимального выбора энергоносителей и компонентов систем энергохозяйства предприятия и определяет важную часть еще одного направления энергосбережения – структурного. Структурное энергосбережение в рамках предприятия или фирмы включает также оптимизацию структуры номенклатуры выпускаемой продукции или оказываемых услуг, структур применяемых сырья, технологий и производственного оборудования.

Качество и эффективность технологических процессов, конкурентоспособность готовой продукции или услуг предприятия в значительной степени определяются их энергетической эффективностью. Обеспечение последней означает эффективное энергоиспользование – уровень и структуру потребления энергоресурсов, исключающие их нерациональный расход и ненормативные потери. Этим определяется цель управления энергоиспользованием (энергоменеджмента) на предприятии или фирме.

Управление энергоиспользованием. Следует различать контуры внешнего и внутреннего управления энергоиспользованием предприятия. Исходя из выполненного краткого анализа структуры, технологий, режимов энергообеспечения предприятия, сформулируем принципы и задачи внутреннего управления энергоиспользованием:

- принятие энергосберегающих решений и их реализация на стадиях проектирования, строительства и монтажа: выбор строительной площадки, размещение зданий, сооружений, объектов на территории предприятия, их ориентация, выбор типа зданий, строительных и конструкционных материалов, технологий, производственного и вспомогательного оборудования, систем и инфраструктур инженерного обеспечения, управления и т.д.;
- организационная согласованность финансовой, технологической и энергетической политики и дисциплины на предприятии;
- экономическое стимулирование и мотивация всех подразделений, служб, персонала предприятия на энергосбережение; экономические выгоды от энергосберегающих мероприятий и средств должны покрывать затраты на них и распределяться с целью их скорейшего внедрения;
- учет и контроль потоков всех энергоресурсов и энергоносителей;

- создание автоматизированной системы управления энергоиспользованием на предприятии и подсистем ее обеспечения;
- энергетические обследования и аудиты предприятия в целом и его подразделений с целью оценки потенциала энергосбережения, определения плана и приоритетов мероприятий по снижению энергозатрат (в их числе изменение условий эксплуатации оборудования, рационализация режимов энергопотребления, модернизация технологических процессов и т.д.).

Внешнее управление энергоиспользованием отдельных предприятий осуществляется посредством правовых, экономических, финансовых, административных механизмов, определенных государственной политикой энергосбережения и осуществляемых через государственные органы энергосбережения (рис. 5.4).

Таким образом, обеспечение эффективного энергоиспользования на предприятии или фирме предполагает два параллельных процесса оптимизации систем энергообеспечения, технологий и организации производств по энергозатратам. Внутренняя оптимизация осуществляется в рамках обеспечения рентабельности предприятия и внешняя – в рамках непротиворечия государственным интересам.

Действенными механизмами внешнего контура управления энергоиспользованием в условиях поворота к рыночной экономике являются обоснованная тарифная политика на энергоносители, выполняющая коммуникативную функцию и обеспечивающая ценовые стимулы энергосбережения, обязательные, периодически выполняемые на независимой основе энергоаудиты предприятий, создание конкурентной среды в производстве и снабжении энергоресурсами.

Технические направления повышения эффективности энергоиспользования. Государственная программа «Энергосбережение» определила приоритетные технические направления энергосбережения в Республике Беларусь, на выполнении которых в первую очередь должны концентрироваться усилия:

- учет и регулирование ТЭР,
- малые и мини-ТЭЦ,
- использование ВЭР (вторичных энергоресурсов),
- котельные и тепловые сети,
- парогазовые установки в энергетике,

- регулируемый электропривод,
- системы освещения,
- холодильная техника и компрессорное оборудование,
- строительные конструкции и теплоизоляционные материалы,
- теплонасосные установки,
- автоматизированные системы управления технологическими процессами,
- нетрадиционные и возобновляемые источники энергии,
- внедрение новых технологий и оборудования.

В последующих параграфах рассматривается суть этих направлений.

7. 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Малые и мини-ТЭЦ, повышение эффективности котельных. В настоящее время энергоснабжение предприятий и фирм Беларуси практически полностью централизовано: электроснабжение осуществляется от Белорусской энергосистемы, теплоснабжение – частично от собственных источников энергии (около 50%), частично от объектов энергосистемы. Доля ТЭЦ значительна в балансе электрической мощности Белорусской энергосистемы (ЭС). Как было показано в главе 4, использование ТЭЦ является существенным фактором энергосбережения: при комбинированной выработке энергии повышается коэффициент использования топлива. При одинаковых соотношениях полезной работы по тепловой и электрической энергии при комбинированном производстве расход топлива меньше на 20–25%, чем при раздельном. На практике эффект несколько снижается из-за трудностей совмещения графиков электрического и теплового потребления, меньшего КПД более сложной теплофикационной турбины, потерь в тепловых сетях.

Решение проблемы экономии энергоресурсов в ближайшее время связано с развитием газотурбинной энергетики и созданием небольших парогазовых (на основе газотурбинных установок) ТЭЦ в ЭС и непосред-

редственно у потребителей. Газотурбинная технология является на сегодня наиболее эффективной из топливоиспользующих в электроэнергетике и позволяет при тех же объемах выработки электрической и тепловой энергии снизить расход топлива на 30% и более, а также в кратчайшие сроки и без значительных затрат увеличить объем производства энергии. Кроме того, применение газовых турбин дает возможности маневрирования мощностью для обеспечения оптимальных режимов ЭС, отказа от протяженных электрических и тепловых сетей, снижения вредных выбросов в атмосферу, быстрого ввода генерирующих мощностей при малых сроках их окупаемости.

Децентрализация и развитие малой энергетики, т.е. строительство малых и мини-ТЭЦ, модернизация котельных с целью повышения их эффективности, восстановление малых ГЭС, признаны одним из основных направлений эффективного использования ТЭР в энергетическом секторе республики. К объектам малой энергетики относятся источники электрической и (или) тепловой энергии, использующие котельные, теплонасосные, паро- и газотурбинные, дизель- и газогенераторные установки единичной мощностью до 6 МВт. Ориентация на применение парогазового цикла, газотурбинных установок, детандер-генераторных агрегатов, рециркуляции газов, ввода вторичного воздуха, ступенчатого сжигания топлива и других прогрессивных технологий позволит, кроме энергосберегающего и экологического эффектов, повышения КПД ТЭЦ, обеспечить также, с одной стороны, работу ТЭЦ в энергосистеме в качестве маневренных электростанций, с другой – создать конкурентную среду в системах энергообеспечения промышленных и коммунально-бытовых потребителей. Широкая конкуренция создаст альтернативу действующей ЭС, даст потребителю возможность выбора производителя и поставщика энергии, что будет стимулировать снижение потерь при преобразовании и транспорте энергии, поможет решить проблему недостатка инвестиций в энергетику: предприятия-потребители сами будут участвовать в создании акционерных малых и мини-ТЭЦ.

В качестве первоочередных, приоритетных видов малых и мини-ТЭЦ Государственная программа «Энергосбережение» называет:

- газотурбинные и парогазовые ТЭЦ (ГТУ и ПГУ ТЭЦ) с электрической мощностью 4–72 МВт и тепловой мощностью 25–86 МВт,

- паротурбинные ТЭЦ (ПТУ ТЭЦ) на базе промышленных котельных мощностью 0,6–3,5 МВт,
- моторогенераторные ТЭЦ.

ГТУ и ПГУ ТЭЦ отличаются высокими экономическими показателями: относительная выработка на тепловом потреблении в 2,5 раза выше, а удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию в 1,3 раза ниже, чем на ПТУ ТЭЦ, срок окупаемости – 3–4 года, а стоимость в 1,5 раза меньше традиционных той же производительности.

Стоимость вырабатываемой электроэнергии на котельных, реконструированных в мини-ТЭЦ, будет в 1,5–2 раза меньше, чем электроэнергии из ЭС; срок окупаемости модернизации котельных – 2–3 года.

Моторогенераторные мини-ТЭЦ на основе дизель- и газогенераторных двигателей являются эффективными при работе на природном газе и утилизации теплоты для отопительных, технологических и коммунальных целей.

На промышленных предприятиях республики вырабатывается в год примерно 4 млн. Гкал тепловой энергии, из которых около 40% идет на собственные нужды и около 60% отпускается сторонним потребителям, и в то же время 2 млн. Гкал тепла поступает на предприятия со стороны. Поэтому имеется возможность организовать совместное производство электрической и тепловой энергии на базе мини-ТЭЦ на предприятиях промышленности. На начальном этапе предполагается не ограничивать использование тепловой энергии от ЭС, а создавать мощности малых и мини-ТЭЦ только на базе теплоты, вырабатываемой собственными источниками самих предприятий. По оценочным расчетам, наиболее экономично сооружение на промышленных предприятиях мини-ТЭЦ с установленной мощностью 50 МВт с использованием противодавленческих турбин мощностью 600 кВт и дизельных установок мощностью 400 кВт.

В коммунальной энергетике решающим фактором должны стать газотурбинные или парогазовые установки с мощностью агрегатов 2,5–16 МВт, легко и быстро встраиваемые, пристраиваемые к действующим ТЭЦ, котельным, центральным тепловым пунктам (ЦТП), возводимые как самостоятельные объекты либо как отдельные секции в промышленных, жилых и общественных зданиях. ГТУ мощностью 2,5 МВт –

идеальная «коммунальная» мощность – может обеспечивать электричеством и теплом один многоподъездный или 2–4 современных 9–14-этажных дома. Такие мини-ТЭЦ выпускаются в виде блок-контейнеров транспортного габарита в широкой номенклатуре мощностей – от 1 до 25 МВт и монтируются непосредственно на площадке у потребителя с учетом внешних сетей за несколько месяцев. Получаемая от них энергия в 2,5–3,5 раза дешевле, чем от ЭС, а затраты на станцию окупаются за 1,5–2 года. Объем вредных выбросов от газотурбинных станций в 3–5 раз ниже, чем от традиционных ГРЭС и ТЭЦ. Минимальный гарантированный ресурс работы – 60–120 тыс. часов, при непрерывной работе – 20–30 тыс. часов. Станции очень мобильны: после пуска набирают электрическую мощность за десяток секунд, тепловую – за 10–15 минут. Поэтому их можно отключать на выходные дни, на ночь и даже на обеденные перерывы. Они полностью автоматизированы, почти не требуют эксплуатационного персонала, могут работать в автономном режиме и в режиме энергосистемы.

В Республике Беларусь функционирует около 22 000 отопительных и отопительно-производственных котельных, на которых вырабатывается около 53% тепловой энергии, остальная часть производится на ТЭЦ. Из них 550, котельные средней и большой мощности производительностью более 10 Гкал/час с КПД около 90%, вырабатывают в виде пара и перегретой воды 24% всей тепловой энергии. И 29%, треть всей производимой в республике тепловой энергии, вырабатывается на мелких котельных с низким КПД – менее 80%. Это приводит к большим потерям топлива и определяет потенциал энергосбережения минимум в 0,5 млн. т.у.т. только за счет повышения КПД котлов малой мощности на 10%.

Эффективность работы промышленных и отопительных котельных предусматривается повысить благодаря следующим мерам:

- применению энергоэффективного оборудования и устройств: котлов с двухступенчатым сжиганием топлива и рециркуляцией дымовых газов, газотурбинных надстроек к котлам для дополнительного производства электроэнергии, автоматизированных высокоэффективных горелок, компьютерного приборного учета расхода топлива и выработки энергии;
- повышению эффективности использования топлива путем автоматизации, регулирования и контроля процесса горения, утили-

зации тепла уходящих дымовых газов для нагрева питательной воды или дутьевого воздуха, применения «схемы с дожиганием» (утилизируется кислород отходящих газов ГТУ как окислитель сжигаемого в котле топлива), применения вместо редуцированных установок в паровых котельных турбин с противодавлением;

- внедрению прогрессивных технологий водоподготовки, в частности объединению процессов подготовки воды и переработки стоков котельных с восстановлением реагентов для повторного использования;
- применению экологически чистого оборудования и малоотходных технологий.

Установка газотурбинных агрегатов в котельных и перевод на этой основе котлов в режим утилизации турбинных газов взамен или в дополнение к топливу способствует оздоровлению окружающей среды и уменьшает на треть объем сжигаемого топлива. Срок окупаемости устанавливаемых в котельных энергоустановок – 2–2,5 года, при менее благоприятных условиях – 3–4 года при удельной стоимости турбогенераторных установок \$180–220 за 1кВт (не более 300, при наличии паровых котлов).

С 1 января 1999 г. в республике не допускается строительство новых и реконструкция действующих производственно-отопительных котельных мощностью 10 Гкал в час и выше без установки в них электрогенерирующего оборудования с годовым использованием мощности более 5000 часов на базе парогазовых, паро- и газотурбинных агрегатов, двигателей внутреннего сгорания с учетом технических возможностей и экономической целесообразности их установки.

Достичь экономии топлива за счет повышения КПД котлоагрегатов и котельной в целом можно благодаря мероприятиям, которые по силам персоналу котельной и не требуют больших затрат:

- устранению паразитных подсосов воздуха в самом котле, дымоходах, экономайзере и воздухоподогревателе;
- улучшению тепловой изоляции котла, дымоходов, трубопроводов, хвостовых поверхностей;
- очистке теплообменных поверхностей от наружного загрязнения, удалению отложений солей в барабане котла, трубных пучках;
- организации отбора теплого дутьевого воздуха из верхней зоны здания котельной.

Компрессорное оборудование и холодильная техника. Значительный резерв энергосбережения заложен в повышении эффективности работы компрессорных станций и использования пневматической энергии сжатого воздуха. Компрессорная станция – это энергетическая установка стационарного или передвижного типа, представляющая собой комплекс агрегатов для выработки сжатого воздуха или иного газа (азот, аммиак, кислород, фреон и т. д.) под избыточным давлением не ниже 2 кг/см^2 . Пневматическая энергия применяется для осуществления технологических операций на предприятиях строительной, металлургической, машиностроительной, химической, пищевой промышленности и др. Компрессорные станции используются также в системах транспортировки и распределения газов для бытовых и промышленных целей. Основными элементами компрессорных станций являются поршневые, ротационные, центробежные (турбинные) или осевые компрессоры с приводами, воздушные фильтры для очистки атмосферного воздуха от пыли и дымовых газов, холодильники для конденсации паров воды, содержащихся в сжатом воздухе, воздухохранилища для выравнивания давления в нагнетательной магистрали, трубопроводы, арматура и вспомогательное оборудование. На малых и средних предприятиях республики для выработки сжатого воздуха установлены в основном поршневые компрессоры, а на крупных – центробежные производительностью 250 и 500 $\text{м}^3/\text{мин}$. Давление сжатого воздуха, применяемого в технологии машиностроения, находится в пределах 4–7 кг/см^2 . Значительную экономию энергоресурсов можно получить в результате комплекса организационных и технических мероприятий:

- остановки компрессорных станций в нерабочие смены, выходные и праздничные дни с заменой их локальными или передвижными станциями малой производительности на участках, где требуется сжатый воздух для целей пожарной безопасности, для непрерывного длительного цикла работы (термические печи), для ремонтных работ, одиночных потребителей и т.п.,
- децентрализации компрессорных станций путем установки локальных компрессоров на отдельных производствах;
- сокращения использования сжатого воздуха на технологические и вспомогательные нужды там, где от него можно отказаться, устранения утечек воздуха;
- внедрения регулируемого привода компрессоров.

В перспективе для повышения энергоэффективности компрессорных станций и использования сжатого воздуха необходима замена морально устаревших и физически изношенных компрессоров, разделение сетей сжатого воздуха на предприятиях на сети низкого и высокого давления с разделением, соответственно, и компрессоров, работающих на эти сети.

Компрессоры являются неотъемлемой частью систем искусственного охлаждения – промышленных и бытовых холодильных и морозильных установок, работа которых основана на последовательном осуществлении процессов расширения и сжатия холодильного агента и изменении его агрегатного состояния. Холодильное оборудование широко применяется на предприятиях практически всех отраслей экономики, и прежде всего на фармацевтических, пищевых, торговых предприятиях. Принципиальная схема холодильника дана на рис. 7.1 и может быть понята на основе материала, изложенного в параграфе 4.2.

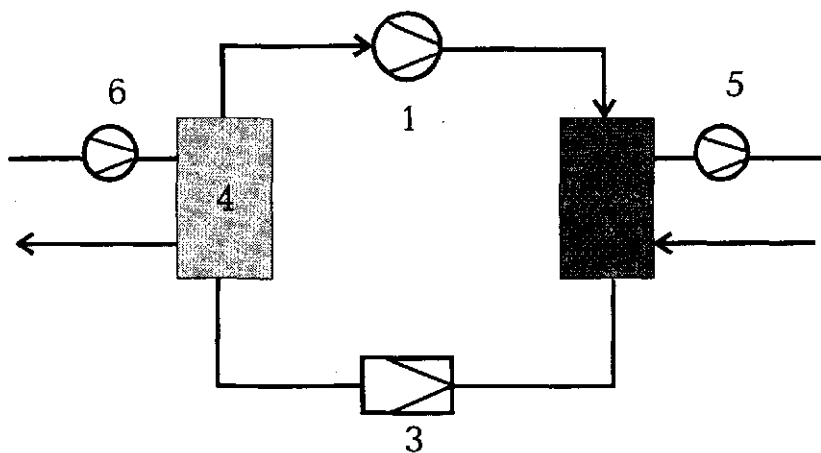


Рис. 7.1. Принципиальная схема холодильника: 1 – компрессор, 2 – конденсатор, 3 – регулирующий вентиль, 4 – испаритель, 5 – насос или вентилятор для конденсации и охлаждения хладагента, 6 – то же на холодной стороне.

Основные направления повышения эффективности работы холодильной техники:

- внедрение новых энергетически оптимизированных конструкций позволяет сэкономить до 40% электроэнергии: холодильный компрессор снабжается асинхронным электродвигателем с электронным регулированием скорости вращения; электронное управление обеспечивает адаптивную энергетическую оптимизацию процесса охлаждения;
- переход от аммиачного холодильного оборудования к фреоновому повысит безопасность и надежность, снизит электропотребление и расходы на обслуживание, ремонт, устранил вредные выбросы;
- улучшение тепловой изоляции стен и дверей холодильной и морозильной камер снижает потери холода;
- исключение утечек холодного воздуха через уплотнения дверей и уменьшение времени их открытия;
- повышение эффективности работы компрессора;
- контроль работы холодильных установок предприятий с помощью постоянного или переносного измерительного оборудования: электрических счетчиков, манометров, датчиков температуры в холодильной камере и конденсаторе;
- правильная эксплуатация, техническое обслуживание, своевременные профилактика и ремонт.

Теплонасосные установки. С точки зрения энергосбережения, перспективно применение для целей теплоснабжения тепловых насосов, которые преобразуют низкопотенциальную (низкотемпературную) теплоту вторичных энергоресурсов (ВЭР) или природных источников (водотоков, атмосферного воздуха) в теплоту потребительских параметров, позволяя при этом экономить 30–50% первичного топлива по сравнению с традиционным теплоснабжением от котельной или ТЭЦ.

Тепловой насос – термодинамическая машина, обратная тепловому двигателю и аналогичная холодильной машине. Конструктивно выполняется как компактная агрегатированная установка и бывает трех основных типов:

- парокompрессионная с электро- или газоприводом компрессора,
- абсорбционная,
- термоэлектрическая.

Принципиальная схема парокомпрессионного теплового насоса представлена на рис. 7.2 [10]. В испарителе 1 рабочее тело – жидкий хладагент испаряется при низком давлении p_n и температуре t_n за счет теплоты Q_0 , поступающего на охлаждение в испаритель 1 природного теплового потока или ВЭР с температурой t_1 . Компрессор 2, потребляя электрическую энергию \mathcal{E} , всасывает и сжимает пары хладагента, температура которого, согласно законам термодинамики, повышается. В конденсаторе 3 пары хладагента – рабочего тела конденсируются при давлении p_k и температуре t_k с отдачей теплоты Q_k теплоносителю сети теплоснабжения. Далее сжиженный хладагент проходит через дроссельный клапан в испаритель 1, и цикл повторяется. Таким образом, потребляя электрическую энергию, теплонасосная установка забирает энергию от источника низкопотенциальной теплоты и, преобразуя ее в тепловую энергию более высокой температуры, передает потребителю.

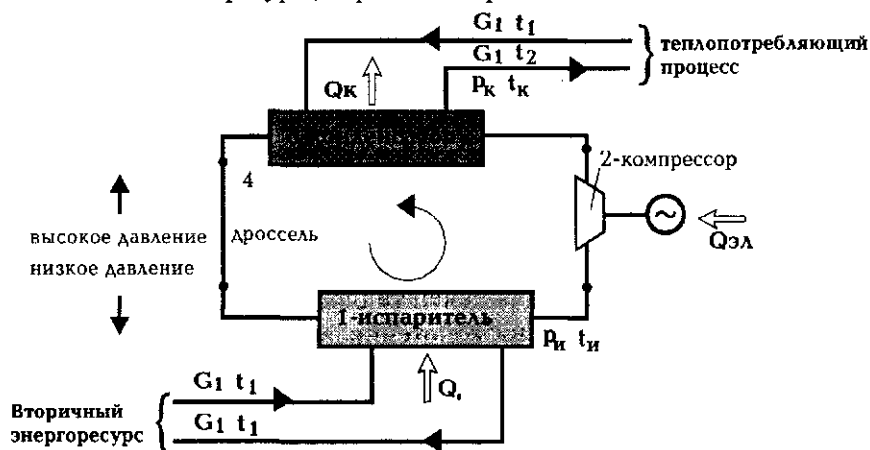


Рис. 7.2. Принципиальная схема теплового насоса.

Тепловые насосы применяются для климатизации (обеспечения комфортных или допустимых параметров воздуха в производственных помещениях), горячего водоснабжения, технологических процессов сушки, варки и др. на промышленных предприятиях, для теплоснабжения жилищно-коммунальных потребителей, объектов рекреации и т. д. В качестве источника низкопотенциального тепла могут служить наружный

воздух, грунт, поверхностные и подземные, оборотные и сточные воды, вытяжной воздух систем вентиляции и т. п. Располагаемый тепловой потенциал этого источника для обеспечения эффективности должен составлять не менее 40% расчетной тепловой нагрузки потребителя.

Энергетическая эффективность теплового насоса оценивается величиной коэффициента преобразования ϵ , который равен отношению теплопроизводительности насоса к потребляемой электрической мощности:

$$\epsilon = \frac{Q_k}{\Sigma}, \text{ где } Q_k = Q_0 + \Sigma. \quad (7.1)$$

Чем выше температура источника низкопотенциальной теплоты, больше его объем и ниже температура теплоносителя теплопотребляющего процесса, тем выше значение ϵ . Внедрение тепловых насосов обеспечивает, кроме экономии первичного топлива, снижение загрязнения окружающей среды, повышает уровень комфортности в помещениях, экономичность и надежность работы технологического оборудования, сокращает потребление водных ресурсов и объемы сточных вод.

По экспертной оценке, технически возможная экономия первичного топлива при внедрении тепловых насосов на объектах Республики Беларусь составляет ежегодно около 0,6 млн. т.у.т., в том числе ожидаемая экономия первичного топлива на объектах со сроком окупаемости капитальных вложений на внедрение до 3 лет оценивается в 0,3 млн. т.у.т. Согласно Государственной программе «Энергосбережение», в Беларуси организуется производство и внедрение тепловых насосов «воздух – вода», «вода – вода», «воздух – воздух» на промышленных предприятиях, объектах жилищно-коммунального хозяйства, решается проблема интеграции тепловых насосов в действующие системы теплоснабжения.

Тепловой потенциал тепловых вторичных энергоресурсов промышленных предприятий республики составляет около 30 млн. Гкал, что соизмеримо и даже превышает собственные потребности предприятий в теплоте. Однако реальные объемы применения тепловых ВЭР незначительны, поэтому повышение уровня их использования для обеспечения собственных потребностей предприятий и для передачи выработанной на их основе теплоты сторонним потребителям включено в перечень приоритетных мероприятий по энергосбережению. Для реше-

ния об утилизации низкопотенциальных тепловых ВЭР с помощью теплонасосных установок рассчитывают энергетическую, экономическую и экологическую эффективность их применения. Энергетическая эффективность определяется величиной ожидаемой ежегодной экономии первичного топлива, экономическая – величиной приведенных затрат, сроком окупаемости, уровнем рентабельности, доходностью, экологическая – величиной сокращения выбросов загрязняющих веществ с дымовыми газами на замещаемом теплоисточнике, снижением влажности в зоне размещения градирен или прудов-охладителей оборотной воды и др.

В качестве примеров применения тепловых насосов в республике назовем внедрение систем утилизации теплоты оборотной воды на Борисовском заводе пластмассовых изделий, сточных вод промывных ванн на Минском заводе им. С.И. Вавилова, вытяжного воздуха трансформаторного зала на станции метро «Тракторный завод» Минского метрополитена, водопроводной воды для теплообеспечения водонасосной станции Дзержинского района и т.д. Использующие теплоту наружного воздуха тепловые насосы «воздух – вода» (срок окупаемости – 2–4 года) предполагается устанавливать на свободных площадках котельных, тепловых пунктов и узлов системы теплоснабжения для обеспечения бесперебойного горячего водоснабжения жилых районов в летний и переходные периоды года. Предусматривается широкое применение тепловых насосов для теплоснабжения прачечных, физкультурно-оздоровительных комплексов, жилых районов за счет утилизации теплоты загрязненных сточных вод.

Энергосберегающий электропривод. Электропривод – это система, осуществляющая управляемое преобразование электрической энергии в механическую, а также обратное преобразование с целью приведения в действие какой-либо технологической установки для совершения ею полезной работы. На рис. 7.3 [7] показана структурная схема электропривода, в которой выделены энергетический (силовой) и информационный (управляющий) каналы.

Разнообразны технические реализации отдельных блоков каналов электроприводов. В энергетическом канале – это устройства преобразования переменного напряжения в управляемое постоянное, источники тока, преобразователи частоты, разного типа электрические машины и механические передачи и др. В информационном – разнообразные

устройства, от простейших релейных элементов до управляющих ЭВМ со специальным программным обеспечением.

Электропривод – основной потребитель электроэнергии: более 60% производимой электроэнергии преобразуется в механическую работу с его помощью. Современный электропривод позволяет реализовывать чрезвычайно сложные технологические операции, требующие высокой точности, определенной последовательности действий, изменений режимов во времени и положений в пространстве. Однако основная область применения электропривода – простые, массовые, как правило, на сегодня нерегулируемые устройства: насосы, вентиляторы, транспортеры, конвейеры, подъемные краны, исполнительные технологические механизмы в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, быту. Именно в этой области заключаются основные возможности энергосбережения за счет совершенствования элементов и использования

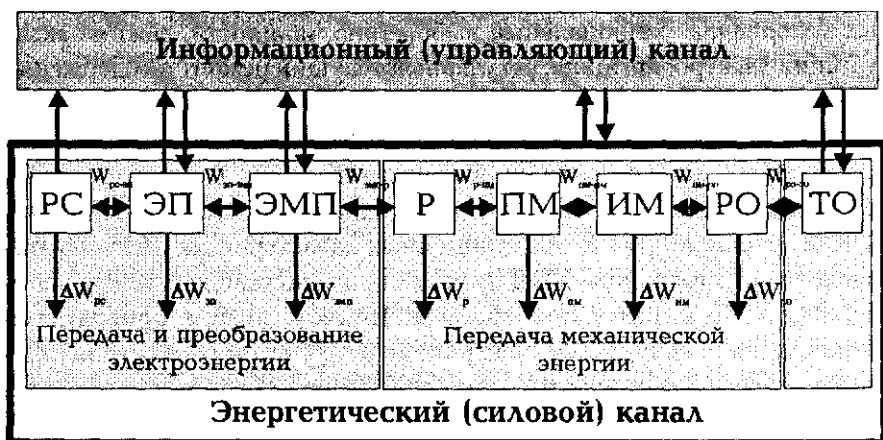


Рис. 7.3. Структурная схема электропривода: PC – участок распределительной электрической сети, подводящей электроэнергию; ЭП – электрический преобразователь (трансформатор, частотный преобразователь и т.п.); ЭМП – электрохимический преобразователь (электродвигатель); P – редуктор; ПМ – передаточный механизм; ИМ – исполнительный механизм; РО – рабочий орган; ТО – технологический объект; W – поток энергии между элементами силового канала; ΔW – потери энергии в элементе канала.

регулируемого электропривода.

Следует различать два источника энергосбережения при использовании электропривода:

- **снижение технологического расхода (потерь) энергии в процессах ее преобразования в самом электроприводе,**
- **экономия энергии за счет оптимизации технологических процессов, осуществляемых с помощью современного регулируемого привода.**

Основным силовым элементом электропривода является электродвигатель. Стремление конструкторов в течение прежних лет к удешевлению двигателей за счет конструкционных материалов и изготовления привели к снижению КПД, который колеблется от 15% у небольших универсальных двигателей до 95% у трехфазных двигателей мощностью 500 кВт. Повышение КПД двигателя за счет совершенствования его конструкции, применения современных изоляционных и магнитных материалов, рациональный выбор типа, мощности, режима эксплуатации электродвигателя, регулярный текущий ремонт и содержание в полной исправности дают возможности экономии электроэнергии. Широкое внедрение электродвигателей с повышенным КПД еще более актуально в условиях роста цен на электроэнергию. Повышение КПД электродвигателей, особенно крупных, делает их более дорогими, кроме того, влияет на ряд эксплуатационных характеристик. Поэтому определение оптимального КПД двигателя должно выполняться на основе технико-экономического анализа. При этом должна проводиться оптимизация всей системы электропривода с учетом параметров и режимов сопредельных системы электроснабжения, обеспечивающей привод электроэнергией, и технологической установки, в которой производится полезная механическая работа. Осуществлять оптимизацию такой системы в реальном режиме времени позволяют современные системы управления электродвигателями (контроллеры) на базе современной силовой электроники, микроэлектроники и примененные в информационном канале электропривода микропроцессоров и микро-ЭВМ.

Более половины производимой в странах СНГ электроэнергии потребляют асинхронные электроприводы, в Беларуси – около 56%. Потенциал энергосбережения за счет электропривода по указанным двум источникам: собственно приводу и технологическим процессам – в рес-

публике оценивается в 0,4 млрд. кВт·ч/год. Первоочередными направлениями считаются следующие:

- обследование предприятий с целью определения мероприятий по энергосбережению в области совершенствования электроприводов;
- организация производства бесконтактной (тиристорной) пускорегулирующей аппаратуры для асинхронных электроприводов;
- внедрение систем автоматического управления технологическими установками на основе регулируемого привода с применением импортных преобразователей;
- организация производства преобразователей частоты для асинхронных электроприводов малой и средней мощности.

Важным путем экономии электроэнергии является применение асинхронных электроприводов с регулируемой частотой вращения для исполнительных механизмов, где производительность изменяется с изменением скорости. Плавное бесступенчатое регулирование скорости трехфазного асинхронного электродвигателя производится частотными преобразователями, что дает возможность отказаться от ряда регулирующих элементов, производить плавный пуск и останов двигателя. Современные преобразователи позволяют улучшить качество технологического процесса, для которого применяется привод, согласованно управлять несколькими исполнительными механизмами, обеспечивают экономию энергии на непроизводительных затратах, а также благодаря так называемой встроенной функции энергосбережения путем поддержания электродвигателя в режиме оптимального **КПД**, автоматически отслеживая изменения нагрузки. Если технологический процесс не требует регулирования скорости вращения двигателя, а лишь плавного разгона и торможения, то рекомендуется использовать устройства плавного пуска двигателей, которые в 3–5 раз дешевле частотных преобразователей и тоже могут иметь встроенную функцию энергосбережения.

В республике регулируемые электроприводы успешно применяются на предприятиях энергетики и жилищно-коммунального хозяйства, например, для дутьевых вентиляторов ТЭС, насосных установок систем тепло- и водоснабжения г. Минска и других городов. Предусматривается широкое внедрение регулируемого электропривода переменного тока на предприятиях металлургии, машиностроения, авто- и моторостроения, стройиндустрии, нефтехимии и т. д.

Автоматизация управления производственными процессами.

Общепромышленным, относительно быстрым и экономичным способом повышения энергоэффективности производственных процессов является реконструкция систем управления ими, и прежде всего оптимизация структуры и автоматизация управления. Как правило, стоимость систем управления энергоемкими производствами составляет доли или единицы процентов от стоимости самого управляемого производства.

На сегодняшний день наилучшими считаются структуры управления, имеющие 3 функциональных уровня:

- 1) совокупность элементов регулирования, работающих в зоне нормального технологического режима с целью его оптимизации;
- 2) совокупность элементов, вступающая в работу при отклонениях параметров режима от норм с целью удержать управляемый процесс (объект) в области нормального режима;
- 3) система противоаварийной защиты, которая в целях предупреждения развития и локализации аварии отключает технологический узел – источник аварии.

Первый из указанных функциональных уровней позволяет обеспечить оптимальные режимы работы оборудования и протекание технологических процессов и, тем самым, наименьшие расходы энергоресурсов. Причем элементы современных систем управления (интеллектуальные датчики, исполнительные механизмы, контроллеры, программные продукты и т.п.) позволяют получать оптимальные режимы на всех технологических стадиях: пуска, исполнения рабочих функций, останова. Второй и третий функциональные уровни систем управления, выполненные на современном уровне, позволяют предвидеть развитие аварийных ситуаций, адаптировать технологический процесс к текущим параметрам и вернуть в нормальный, а затем и оптимальный режим. Благодаря этому удается снизить расходы энергоресурсов, связанные с аварийными простоями, с неудовлетворительным техническим состоянием оборудования, сократить длительность неоптимальных режимов, а также, улучшив качество производимых продукции или услуг, косвенно снизить энергозатраты их потребителей.

Назовем основные качества систем управления, благодаря которым достигаются перечисленные возможности энергосбережения:

- автоматизация управлявшихся ранее в ручном режиме технологических объектов;
- большое количество контролируемых параметров (100 и более), участвующих в управлении, точное следование графикам изменений технологических режимов, пусков, остановов в автоматическом режиме;
- качественное улучшение системы защит: рост количества защищаемого оборудования и числа распознаваемых аварийных ситуаций, параллельное построение директивных каналов управляющих воздействий при едином аппаратном исполнении;
- возможность стабилизации, адаптации и оптимизации технологических режимов как на уровне отдельных установок, блоков, так и на межблочном, цеховом уровне, на уровне отдельных производств и всего предприятия;
- обеспечение за счет автоматического управления и систем диагностики лучшего технического состояния, большего срока службы оборудования, возможности организации ремонтов по состоянию оборудования;
- элементы управления процессами на уровне событий с помощью систем искусственного интеллекта.

7. 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АУДИТЫ И ОБСЛЕДОВАНИЯ

Энергетические аудиты и обследования – основной инструмент энергетического менеджмента на всех его уровнях: национальном, отраслевом, региональном, городском, предприятия. Их цель – выявить источники энергосбережения, оценить потенциал энергосбережения и разработать программу энергосберегающих мероприятий и технологий (ЭСМТ) с установлением приоритетов их внедрения. Накоплен многолетний опыт энергоаудитов и обследований. Однако с середины 90-х гг., с началом активной энергосберегающей политики в бывших странах СНГ, концепция и методики выполнения их существенно из-

менились, приобретаю системный характер и качественно новый технический уровень.

В процессе аудита (обследования) рекомендуется использовать матрицы (таблицы) типовых ЭСМТ, разработанные предварительно экспертами по энергосбережению. Это отвечает автоматизации процесса аудита. Матрицы ЭСМТ составляются для всех уровней иерархии системы энергосбережения, как для предприятий-поставщиков, так и для предприятий – потребителей энергии. ЭСМТ в матрицах классифицированы по ряду признаков (рис. 7.4), что облегчает анализ отдельных ЭСМТ, оценку их технической осуществимости реализации, экономической и социально-экологической целесообразности.

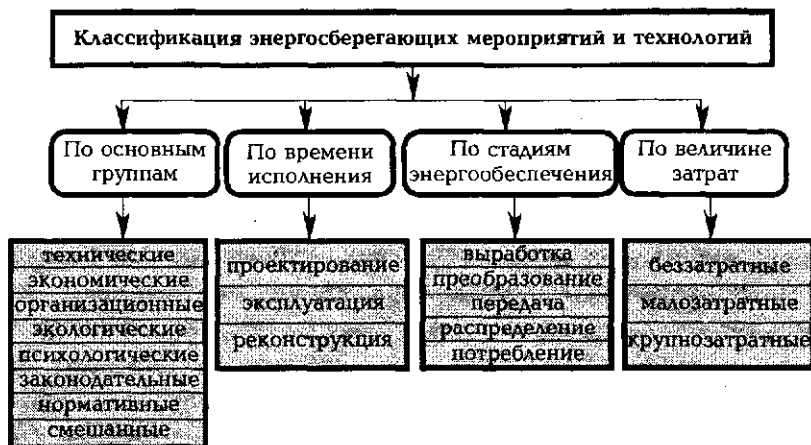


Рис. 7.4. Классификация энергосберегающих мероприятий и технологий (ЭСМТ).

В общей задаче сбережения топливно-энергетических ресурсов особое значение имеет сбережение на уровне потребления, и прежде всего в промышленности, где расходуется их основная часть, так, здесь потребляется около 50% от вырабатываемой электростанциями электроэнергии. Поэтому проиллюстрируем структуру потерь энергии и матрицу ЭСМТ на примере системы обеспечения электроэнергией промышленного предприятия.

Общие потери на промпредприятиях составляют до 20% от электроэнергии, потребляемой промышленными электроприемниками. В

сетях электроснабжения предприятия потери электроэнергии не превышают 10–15% от общих потерь, остальная часть теряется в технологических установках и агрегатах.

Электрические потери делятся на два вида:

- номинальные (неустраняемые) – потери в оборудовании и в сетях при номинальных режимах и оптимальном выборе параметров системы электроснабжения предприятия;
- дополнительные (устраняемые) – потери, обусловленные отклонениями режимов и параметров системы электроснабжения и технологического оборудования от номинальных значений.

Устранение номинальных потерь экономически не оправдано, а дополнительных – возможно и экономически целесообразно. Для оценки эффективности потребления энергии и выявления возможностей ее сбережения на предприятии необходимо проанализировать причины потерь указанных видов в элементах системы электроснабжения и технологического оборудования. В таблице 7.3 приведены основные причины, вызывающие потери электроэнергии на промышленных предприятиях.

Подобная классификация служит основой для разработки матриц ЭСМТ с учетом уровней и стадий внедрения энергосберегающих технологий и мероприятий. В таблице 7.4 дана типовая матрица ЭСМТ по электрической энергии на промышленном предприятии. В ней выделено три временных уровня реализации энергосберегающих технологий и мероприятий: проектирование, эксплуатация и реконструкции – и три функциональных уровня: электрические сети внешнего и внутреннего электроснабжения, технологические процессы и вспомогательные (общезаводские) нужды предприятия.

При выполнении энергетических обследований и аудитов предприятий решаются следующие задачи:

- анализ фактического состояния и эффективности энергоиспользования, выявление причин потерь энергии, их классификация и оценка;
- определение рациональных размеров энергопотребления в производственных процессах и установках;
- определение оптимальных направлений, способов и размеров использования первичных и вторичных энергоресурсов;

Таблица 7.3.

ВИДЫ ПОТЕРЬ:	ПРИЧИНЫ ПОТЕРЬ:
Номинальные (неустраняемые)	Допустимые нормами джоулевые потери в проводах и обмотках электрооборудования, потери в железе трансформаторов, двигателей и т.п.
Дополнительные (устраняемые)	<p>1. Потери, вызванные неудовлетворительной эксплуатацией оборудования и инженерных сетей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неполная загрузка технологического оборудования, неплановые простои, неисправность оборудования, технологические нарушения, вызывающие нерациональное использование агрегатов (холостой ход) и плохая организация рабочих мест; – наличие электродвигателей завышенной мощности, холостой ход сварочных трансформаторов и технологического оборудования, отсутствие или недостаточная компенсация реактивной мощности; – нерациональное использование осветительных установок. <p>2. Потери, вызванные конструктивными недостатками оборудования, неправильным выбором технологического режима работы, отсутствием приборов учета, отставанием развития инженерных сетей и т. д.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работа технологического электрооборудования с повышенными потерями или с пониженной производительностью; – нерациональная эксплуатация электродуговых сталеплавильных и индукционных печей; – нерациональная эксплуатация компрессорных установок; – недостаточные уровни эффективности, качества и надежности систем электроснабжения.

- оценка резервов сбережения энергии, т.е. энергосберегающего потенциала с помощью матриц ЭСМТ;
- улучшение режимов работы технологического и энергетического оборудования;
- разработка или уточнение норм расхода ТЭР на производство продукции;

- организация или совершенствование систем учета и контроля расхода энергии;
- решение вопросов по установлению нового оборудования и совершенствованию технологических процессов.

Таблица 7.4.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СБЕРЕЖЕНИЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМПРЕДПРИЯТИЯХ		
При проектировании	При эксплуатации (организационно-технические)	При реконструкции
Электрических сетей внешнего и внутреннего электроснабжения предприятий		
Рациональные схемы электроснабжения	Соблюдение высокого качества электроэнергии	Повышение номинального напряжения электросети
Рациональные напряжения ПС и РС	Оптимизация режимов потребления реактивной мощности (Q)	Увеличение сечения проводов электропередачи
Рациональные типы и сечения проводов электропередачи	Регулирование напряжения и частоты на выводах оборудования	Замена трансформаторов с ПБВ на трансформаторы с РПН
Рациональные числа и мощности трансформаторов с РПН	Рациональная (полная) загрузка элементов систем электроснабжения	Установки компенсирующих устройств у потребителей
Рациональные уровни компенсации с Q	Научное и кадровое обеспечение специалистами в области энергосбережения	Применение устройств АРН и РМ КУ
Технологических процессов промпредприятий		
Внедрение новых энергосберегающих технологий, оборудования и материалов	Увеличение нагрузки рабочих машин	Замена незагруженного электрооборудования другим меньшей мощности
Внедрение приборного учета, контроля и нормирования расхода энергии на всех стадиях	Самозапуск электродвигателей	Установка ограничителей холостого хода электрооборудования
Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами	Синхронизация асинхронных двигателей	Замена асинхронных двигателей синхронными с высоким КПД
	Соблюдение графиков ремонтных работ и модернизация оборудования	
Вспомогательных (общезаводских) нужд промпредприятий		
Рациональные конструкции промышленных зданий и сооружений	Соблюдение графиков включения, отключения и ремонта установок вспомогательных нужд	Замена установок старых конструкций на новые с более высоким КПД
Рациональный выбор типов и параметров установок (освещение, вентиляция,...)	Постоянная очистка оконных проемов	Использование экономичных источников света и ограничителей х.х. машин
	Устранение утечек энергоносителей	

Поясним разницу понятий «энергообследование» и «энергоаудит». Обе процедуры предназначены для оценки эффективности энергозатрат, определения возможностей энергосбережения и создания плана реализации ЭСМТ. Однако, используя первый термин – «энергообследование», как правило, имеют в виду проведение обследования силами самого предприятия. Термин «энергоаудит» применяют, если процедура проводится внешними организациями с информационно-технической помощью персонала самого предприятия. Такими внешними организациями могут быть консультационные или правительственные агентства, имеющие высококвалифицированных экспертов и современные портативные контрольно-измерительные приборы. Например, энергоаудиты на промышленных предприятиях инспекторы энергоснабжающих компаний США проводят либо самостоятельно, либо обращаются к услугам компетентных экспертов научно-исследовательских институтов, университетов, консалтинговых фирм не только США, но и Европы. В пяти странах применяются обязательные энергетические аудиты. В отраслях с большим потреблением энергии аудиты проводятся регулярно и их предписания обязательны к исполнению. Энергетические аудиты являются необходимым условием для выделения правительственных субсидий или другой помощи в осуществлении мероприятий по энергосбережению. В Италии, Франции, Нидерландах, Португалии существует требование составления энергетических планов крупными промышленными предприятиями с указанием намечаемых мероприятий по повышению энергоэффективности, а также отчетов по использованию энергии в течение года и деятельности, направленной на уменьшение энергопотребления. В Республике Беларусь обязательному энергообследованию каждые 5 лет подлежат предприятия, учреждения, организации, если годовое потребление ими ТЭР составляет более 1,5 тыс. т.у.т. Производить эти энергообследования имеют право специализированные организации, имеющие разрешение (лицензию) Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору на их выполнение, за счет средств обследуемых предприятий и республиканского фонда «Энергосбережение».

Энергообследование может быть перманентным, т. е. иметь непрерывный текущий характер, периодическим и разовым. Перманентное энергообследование требует высокой степени автоматизации приборного учета энергопотребления. При перманентных обследованиях осу-

шествляется постоянное использование матриц ЭСМТ для выбора приоритетных мероприятий и одновременно корректировка матриц. При аудитах, носящих периодический или разовый характер, производится разработка или корректировка матриц ЭСМТ, на основе которых составляются планы по энергосбережению, контролируется эффективность энергоиспользования.

Различают предварительное энергообследование (аудит) и детальное (подробное). Предварительное может иметь самостоятельное значение или быть начальным этапом детального обследования.

На рис. 7.5 представлена технологическая схема энергообследования промышленного предприятия. Энергообследование включает четыре этапа. На этапе предварительного энергообследования (ПЭО) собирается имеющаяся информация об объемах потребления ТЭР, которая дополняется осмотром предприятия и результатами самых простых замеров. Широко используются заранее составленные типовые опросники. На следующем этапе выполняется детальное энергообследование (ДЭО) предприятия. Таблица 7.5 дает сведения о действиях аудиторов на этапе предварительного энергообследования и его результатах.

По результатам ПЭО детальное энергообследование может потребоваться как для всего, так и для части предприятия. Оно позволяет выявить и разделить энергетические потоки по отдельным цехам и установкам. ДЭО предусматривает тщательный анализ потоков энергии всех видов на основе приборного обследования объектов, процессов и оборудования, изучения режимов их работы, паспортных данных оборудования, составление энергетических балансов по отдельным видам энергоносителей, отдельным производствам, цехам, установкам, в целом по предприятию.

Третий этап энергообследования включает анализ результатов ДЭО и разработку рекомендаций по энергосбережению, их экономическую оценку (низко-, средне- и высокозатратные), оценку по времени реализации (кратко-, средне- и долгосрочные), корректировку матриц ЭСМТ, установление приоритетов мер по энергосбережению.

На четвертом этапе энергообследования производится подготовка итогового отчета и плана мер по энергосбережению, представление их руководителям предприятия, обучение, инструктаж персонала предприятия, оказание ему консультационной помощи по реализации плана.

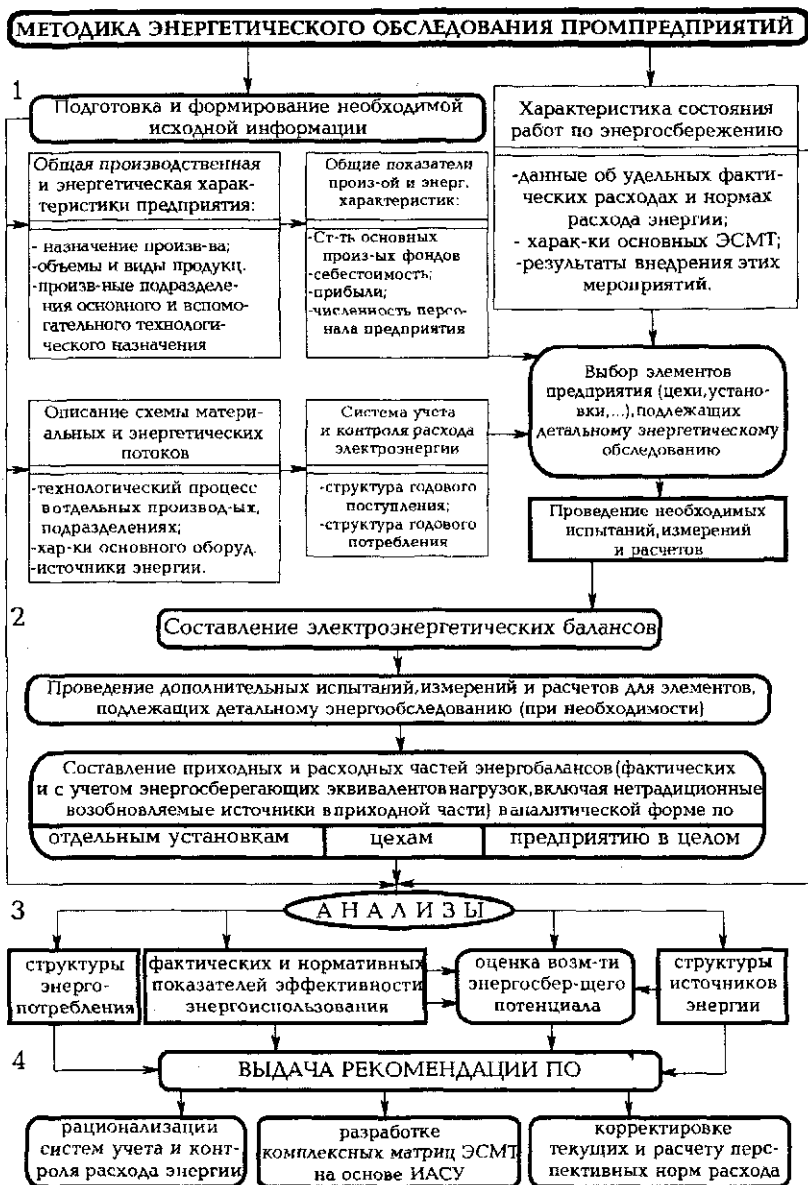


Рис. 7.5. Технологическая схема энергообследования предприятия.

Таблица 7.5.

Действия лица (группы), проводящего ПЭО:	Результаты ПЭО:
1. Составление плана сбора данных о предприятии и содействие в их получении администрации. 2. Сбор данных: счета за энергию, объемы продукции, план предприятия и т.д. 3. Анализ данных: тарифов, энергозатрат на единицу продукции (площади), структуры энергопотребления по предприятию. 4. Разработка плана немедленных мер по энергосбережению (где? как? сколько?), областей и средств для ДЭО. 5. Реализация немедленных мер и замеры для оценки их результатов. 6. Представление отчета о результатах ПЭО и убеждение руководства предприятия о необходимости ДЭО.	1. Общая структура энергопотребления на предприятии. 2. Оценка потенциала энергосбережения. 3. Приоритетные области ЭСМТ. 4. Немедленные меры по энергосбережению. 5. Области для детального обследования.

В результате энергообследования предприятию могут быть рекомендованы следующие инструменты энергетического менеджмента: периодические аудиты, перманентное обследование и контрольно-измерительные системы, функционирующие в реальном времени в рамках автоматизированных систем учета, контроля и управления энергопотреблением (АСКУЭ).

Для качественного и быстрого выполнения периодических и разовых энергоаудитов на современном уровне высококвалифицированными экспертами специализированных фирм служат передвижные лаборатории (энергоавтобусы), оснащенные комплектами портативного оборудования:

- электронными анализаторами горения и дымовых газов для проверки и оперативной настройки котлов, газовых турбин, горелок, для контроля выбросов оксидов углерода, азота и серы;
- анализаторами электропотребления, измеряющими и запоминающими параметры потребления трехфазных и однофазных приемников электроэнергии: токи и напряжения во всех фазах, активную и полную мощность, коэффициент мощности и потребленную энергию;
- цифровыми контактными и инфракрасными бесконтактными термометрами;

- микроманометрами с трубками Пито и анемометрами, измеряющими скорости воздушного потока;
- цифровыми люксметрами, определяющими уровни освещенности в зданиях и сооружениях;
- электронными анализаторами качества питательной воды котлов, измеряющими рН среды, проводимость и количество растворенных солей, содержание кислорода и температуру;
- детекторами конденсатоотводчиков и трубопроводов, проверяющими исправность их и запорной арматуры, определяющими утечки в паро-, газо- и воздухопроводах;
- другими современными измерителями – накопителями данных.

7. 4. УЧЕТ, КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Суть проблемы. Системы энергообеспечения современных предприятий как производственной, так и непромышленной сферы весьма сложны и по своей структуре, и по режимам. Неоптимальные в энергетическом отношении, т. е. с точки зрения потребления энергоресурсов технологические и конструктивные решения, режимы работы основного и вспомогательного оборудования приводят к снижению качества продукции, ее удорожанию – росту энергетической составляющей себестоимости и, как следствие, к падению конкурентоспособности продукции. Нарушения энергообеспечения предприятий, их структурных подразделений, объектов чреваты аварийными ситуациями, значительными материальными потерями.

При существующей структуре экономики промышленность Республики Беларусь потребляет более половины всех энергоресурсов. В условиях исторически сложившихся технологий, применяемого оборудования, как правило, требующих замены и модернизации, высоких цен на энергоресурсы их доля в себестоимости промышленной продукции составляет сегодня 20–30%, а для наиболее энергоемких производств достигает 40% и более. Снижение доли энергетической составляющей себестоимости продукции – условие выживаемости и экономического

благополучия отдельных предприятий, стабилизации и развития экономики страны в целом.

В жилищно-коммунальном секторе республики также остро стоит проблема организации рационального расходования энергоресурсов, решение которой предусматривает комплекс социально-экономических и технических преобразований в системе энергообеспечения населения. Энергия, сэкономленная за счет учета и регулирования потребления на уровне владельцев и пользователей жилых зданий, помещений, дает снижение коммунальных расходов на 40–50%.

Экономия энергоресурсов в промышленности и жилищно-коммунальном секторе позволяет не вводить новые дополнительные энергетические мощности, высвобождая средства для инвестирования в новые технологии, в модернизацию производства, в повышение качества жизни населения, способствует сохранению окружающей среды.

В связи с этим в Беларуси на государственном уровне разработана широкая программа и развернута практическая работа по внедрению автоматизированных систем учета, контроля и управления энергопотреблением (АСКУЭ) на основе современных принципов и технических средств.

АСКУЭ промышленных предприятий. В 80–90-е гг. в республике был накоплен полезный опыт по разработке и внедрению микропроцессорных информационно-измерительных систем ИИСЭ. Однако в целом существовавший приборный энергоучет не обладал достаточной полнотой, точностью и достоверностью, мало отражал реальный процесс потребления энергии, не позволял управлять им, использовать гибкие тарифы для согласования интересов производителей и потребителей ЭР.

Современные АСКУЭ промышленных предприятий представляют собой многоуровневые сети учета, контроля, управления энергопотреблением с комплексами технических средств сбора, обработки, представления и хранения информации, линиями связи, средствами телеизмерений, телеинформации и телеуправления. Функционирование АСКУЭ происходит в реальном масштабе времени в рамках производственно-организационных структур предприятия (объединение – завод – цех – участок – установка), принадлежащих ему энергопроизводящих объектов (заводская ТЭЦ, подстанция, котельная), объектов непродуцированной сферы (поликлиники, детские сады, общежития и т. п.), а также

коммерчески самостоятельных структур (субабонентов), связанных с данным предприятием по энергопотреблению.

АСКУЭ классифицируются по следующим признакам:

- количеству уровней – на трех- и двухуровневые системы;
- функциональному назначению – на системы коммерческого и технического учета; возможна реализация АСКУЭ как смешанной системы;
- способу реализации и доступу к информации – централизованные и децентрализованные системы.

Наиболее целесообразной на сегодня по экономическим и техническим характеристикам признана трехуровневая схема АСКУЭ: «первичные измерительные преобразователи ПИП – контроллеры К – ПЭВМ» (таблица 7.6).

Нижний уровень АСКУЭ связан со средним уровнем измерительными каналами, включающими измерительные средства и линии связи. Средний с верхним уровнем – каналом связи, в качестве которого могут использоваться проводные линии связи, телефонные каналы, радиоканалы.

В 80-е гг. АСКУЭ выполнялись как двухуровневые структуры «ПИП – К», в которых контроллеры в определенной мере обеспечивали функцию итоговой обработки, отображения и документирования данных энергоучета. Современные трехуровневые структуры стали

Таблица 7.6.

УРОВЕНЬ	ЭЛЕМЕНТЫ	ФУНКЦИИ
Нижний	Территориально распределенные первичные измерительные преобразователи (ПИП) с телеметрическими выходами	Измерение по точкам учета параметров энергопотоков: расход, мощность, давление, температура и т.д.
Средний	Контроллеры (К) с программным обеспечением	Сбор, накопление, обработка данных по структурам учета
Верхний	Персональная ЭВМ со специализированным программным обеспечением	Итоговая обработка, отображение и документирование информации для анализа и принятия решения службой главного энергетика и руководством предприятия

возможны в начале 90-х гг. в связи с появлением на рынке относительно недорогих ПЭВМ, что позволило решать качественно новые задачи контроля энергопотребления и управления им. Сегодня прогресс в развитии интегральных технологий позволяет применять новые двухуровневые структуры АСКУЭ – «ПИП – ПЭВМ», в которых функции контроллеров переданы или первичным «интеллектуальным» преобразователям, или ПЭВМ, доукомплектованной специальными программными модулями.

Системы коммерческого учета создаются как на предприятиях – поставщиках энергоресурсов, так и на предприятиях, их потребляющих, и позволяют организовать объективные денежные расчеты за энергоресурсы между ними. Системы технического учета предназначены для контроля и оптимизации энергопотоков внутри предприятия по его подразделениям и объектам.

Централизованная АСКУЭ, обеспечивая всю полную информацию на уровне главного энергетика и руководства предприятия, ограничивает получение информации, возможности управления энергопотоками на низших уровнях, а также организацию обратных связей в контурах управления. При децентрализованной структуре АСКУЭ используются контроллеры учета со встроенными табло и клавиатурой, подключенные через среду связи к ПЭВМ главного энергетика, местные ПЭВМ, что позволяет в реальном времени решать задачи учета, контроля управления энергопотреблением на уровне отдельных цехов, производств и объектов предприятия. Кроме того, децентрализованная структура позволяет осуществить совмещение коммерческого и технического учета в одной системе.

К задачам АСКУЭ на предприятии относятся:

- автоматизированный коммерческий и технический учет электроэнергии, технической, теплофикационной, питьевой воды, пара, сжатого воздуха, природного и технического газов, нефтепродуктов, всех видов вторичных энергоресурсов по предприятию в целом, элементам его инфра- и инфраструктуры;
- контроль энергопотребления относительно установленных норм расхода и ограничений по безопасности энергоснабжения;
- фиксация и сигнализация отклонений контролируемых параметров энергоучета;

- прогнозирование параметров энергоучета для планирования энергопотребления и автоматическое управление им, в том числе посредством потребителей-регуляторов;
- обеспечение внутреннего хозрасчета по ЭР между цехами и подразделениями предприятия и его расчета с субабонентами.

Сегодня руководители промышленных предприятий республики осознали необходимость внедрения современных систем автоматизированного энергоучета и контроля от каждого рабочего места по всем видам энергоносителей до итоговой обработки данных, принятия оперативных решений по управлению энергопотреблением на автоматизированном рабочем месте (АРМ) главного энергетика предприятия. На ряде предприятий республики АСКУЭ успешно функционируют и совершенствуются, к примеру, на Витебском телевизионном заводе, Жодинской трикотажной фабрике и др. Экономический эффект применения подобной системы на предприятии оценивается в среднем величиной в 15–30% от годового потребления ЭР, а срок окупаемости затрат на ее создание – в 2–3 квартала.

Жилищно-коммунальное хозяйство. Внедрение здесь АСКУЭ даст возможность автоматизировать сбор данных с приборов учета в жилых домах, организовать учетно-управленческую деятельность городских коммунальных служб, упорядочить коммерческие отношения между поставщиками и коммунальными потребителями на основе реальных энергозатрат, наладить технический учет и регулирование потребления всех видов ЭР, и прежде всего тепловой энергии, превалирующей в общих затратах энергии. Достижение указанных целей потребует длительного времени для поэтапного решения большого комплекса социально-экономических и технических задач. Начальный этап предусматривает оснащение центральных тепловых пунктов и тепловых узлов, подключенных непосредственно к тепломагистралям, приборами учета и регулирования потребления тепловой энергии в системах отопления и горячего водоснабжения. Будет осуществляться децентрализация системы теплоснабжения. В рамках Постановления СМ РБ от 7 июля 1994 г. «О введении приборного учета расхода газа, воды и тепловой энергии в домах жилищного фонда» проводится оснащение потребителей приборами группового и индивидуального учета и регулирования топливно-энергетических и водных ресурсов.

Для защиты внутреннего рынка, поддержки отечественных товаропроизводителей и в целях осуществления единой технической политики в области оснащения потребителей приборами учета экспертный совет Комитета по энергосбережению и энергонадзору рекомендовал к применению в социальной и коммунально-бытовой сфере перечень приборов группового и индивидуального учета расхода воды, тепла, газа и регулирования. Этот перечень будет периодически корректироваться по результатам комплексной оценки качества и технического уровня приборов.

Первичный приборный учет. Учет тепловой энергии осуществляется с помощью теплосчетчиков горячей воды и пара. Современные конструкции теплосчетчиков позволяют осуществлять обработку, преобразование и регистрацию информации о количестве потребленной или опущенной тепловой энергии, температуре, давлении, расходе теплоносителя и о времени работы в системах теплоснабжения отопления и горячего водоснабжения.

В зависимости от метода измерения расхода теплоносителя существует достаточно широкий спектр теплосчетчиков воды: электромагнитные индукционные, массовые, крыльчатые, вихревые, ультразвуковые. Наиболее подходящими для условий Беларуси признаны индукционный и ультразвуковой методы измерения расхода воды. Тепловые счетчики на базе ультразвуковых расходомеров, как показал опыт Дании, Германии, России, имеют то преимущество, что качество теплоносителя (горячей сетевой воды) не влияет на погрешность и стабильность измерений. Более остро стоит проблема измерения тепловой энергии пара. Применяемые сегодня диафрагмы (метод разностного давления) удовлетворительны только при стабильном потреблении пара на предприятии; для переменных режимов потребления могут использоваться теплосчетчики на базе вихревого расходомера.

Реальную экономию можно получить лишь при совместном применении учета теплопотребления с помощью счетчиков и его автоматического регулирования. Для группового регулирования служат устанавливаемые на теплопунктах, регуляторы прямого действия и электронные регуляторы. Регуляторы прямого действия поддерживают температурные и гидравлические параметры систем теплоснабжения на постоянном уровне, имеют более низкую стоимость, чем электронные и более долгий срок службы. Электронные регуляторы позволяют задавать вре-

менной 7-дневный график теплоснабжения, поддерживать по графику температуру воды на подаче в зависимости от наружной температуры и ограничивать температуру обратной воды. С их помощью может быть осуществлено пофасадное регулирование теплопотребления жилых зданий. Еще лучшим решением является поквартирное регулирование параметров теплоносителя, однако при существующей системе теплоснабжения его применение затруднительно. Для регулирования состояния воздушной среды в отдельных помещениях и экономии ЭР используются индивидуальные средства регулирования – ручные или термостатические вентили, устанавливаемые на радиаторах.

Для поквартирного учета расхода горячей и холодной воды устанавливаются водосчетчики, перед которыми рекомендуется устанавливать фильтры. Экономии воды, более равномерному ее распределению по этажам способствует установка на водоразборных кранах ограничителей расхода воды. В общественных зданиях применяют водоразборные краны с фиксированным временем автоматического их закрытия.

В республике выпускаются в достаточном ассортименте приборы группового и индивидуального учета расхода тепловой энергии и воды, отвечающие мировым стандартам.

Коммерческий учет объема газа и измерение его расхода производится с помощью счетчиков газа, применение которых позволяет снизить расходы на оплату газа в среднем на 10–20%. По конструкции различают турбинные, электромагнитные, массовые, крыльчатые, вихревые счетчики газа. Современный парк электросчетчиков весьма разнообразен. Они классифицируются по роду тока, количеству фаз, классу точности, измеряемым параметрам, количеству тарифов, элементной базе и т. д. С точки зрения элементной базы, более широкое применение находят индукционные (электромеханические) счетчики и более современные – гибридные и электронные электросчетчики. Электронные счетчики могут выполняться на интегральных схемах с фиксированным набором функций – «на жесткой логике» или на микропроцессорных элементах с гибкими, программируемыми в условиях эксплуатации функциями. Электронные счетчики в 5–10 раз дороже индукционных, их применение оправдано при переходе от локальных измерений к автоматизации энергоучета, т. е., в первую очередь, в АСКУЭ энергосистем и промышленных предприятий.

При пользовании приборами группового и индивидуального учета ЭР необходима их периодическая проверка в соответствии с установленными сроками и правилами.

7. 5. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

Концепция и задачи энергосбережения. Более половины населения планеты проживают сосредоточенно, в городах и населенных пунктах городского типа. На их развитие и функционирование в промышленно развитых странах расходуется 70–80% потребляемой энергии. Тенденция роста доли городского населения на планете в будущем будет усиливаться. С одной стороны, крупнейшие города мира, такие как Токио, Москва, Париж, Нью-Йорк и др., превращаются в городские агломераты, срастаясь с городскими предместьями, с другой – будет возникать все больше маленьких комфортных городов, гармонично вписывающихся в окружающий их ландшафт. Жизнь современного города невозможна без надежно работающей энергетической инфраструктуры, включающей источники ТЭР, устройства их преобразования, сети их транспорта, распределения и сами энергопотребляющие системы: освещение, отопление, вентиляция, водоснабжение и т. д. Облик, планировка, конструкции зданий городов, развитие городских инфраструктур и организация жизни в значительной степени зависят от способов и средств их энергообеспечения. В свою очередь, на структуру систем снабжения энергетическими ресурсами и их потребления в бытовом, промышленном, торгово-коммерческом, транспортном и других секторах городского хозяйства, на режимы энергопотребления влияют климатические условия и географическое расположение городов, населенных пунктов, их историческое прошлое, национальные особенности и традиции, структура городского хозяйства, демографический фактор и т. д.

Быстрый рост городского населения, требований к качеству жизни в условиях дефицита природных ресурсов (земли и воды) и традиционных видов органического топлива (угля, нефти, газа), ужесточение тре-

бований по охране окружающей среды выдвигают на первый план проблему эффективности использования энергии в городах и населенных пунктах. Ее решение возможно лишь при комплексном подходе к проектированию, строительству, реконструкции и организации жизни городов и городского хозяйства на основе единой концепции рационального расходования всех видов энергоресурсов. Суть концепции заключается в следующих положениях:

- энергосбережение рассматривается как один из основных критериев при принятии решений на всех этапах градостроительства и организации городской жизни, начиная с планировки, проектирования и кончая эксплуатацией жилищного фонда, городских инфраструктур и регулирования ритма городской жизни;
- энергосбережение осуществляется одновременно и согласованно путем оптимизации использования энергии во всех звеньях цепи энергообеспечения города – от источников энергии до ее потребителей по всем видам энергоресурсов и энергоносителей;
- максимальное использование природных возобновляемых, местных и вторичных энергоресурсов;
- стимулирование структурного энергосбережения в промышленном и транспортном секторах городского хозяйства, внедрение в них менее энергоемких технологий и энергосберегающего оборудования;
- установление приоритетных направлений энергосбережения на ближайший и долгосрочный периоды и мобилизация материальных, финансовых, трудовых средств и ресурсов на реализацию этих направлений.

Основой осуществления такой концепции в Беларуси служат принятые на государственном уровне социально-экономическая политика и нормативно-правовая база, стимулирующие энергосбережение. На основе концепции разработаны городские программы по энергосбережению, выполнение которых предусматривает широкий спектр действий и систематической работы городских мэрий и служб, коллективов отдельных предприятий и организаций, а также повседневных усилий каждого горожанина.

Рассмотрим приоритетные направления выполняемых в настоящее время в Беларуси городских программ энергосбережения.

Градостроительство, санация жилых зданий. Эффективное энергоиспользование в городах и населенных пунктах при одновременно надежном их энергообеспечении закладывается в первую очередь на этапах планирования, проектирования и строительства. Энергосберегающие решения получают приоритет при планировке жилого сектора, садово-парковой зоны города, его промышленных объектов, городских инженерных инфраструктур, транспортных коммуникаций. Стройиндустрия республики потребляет около 15% всех энергоресурсов. Не менее 30% расходуемого топлива идет на отопление зданий и сооружений, теплотехнические качества которых определяются строительной отраслью. Взаимное размещение зданий, их ориентация по странам света, типы зданий, виды транспорта и транспортные развязки, структура и конструкции систем обеспечения топливом, тепловой и электрической энергией, водоснабжения, канализации, утилизации городских отходов, дальнейшие перспективы развития города, его социально-экономическая роль – все это в совокупности влияет на объем и эффективность потребления энергоресурсов, а также на воздействие энергоиспользования города на окружающую среду. Отсюда вытекают основные задачи энергосбережения в градостроительстве:

- снижение энергоемкости строительной продукции: материалов и конструкций – за счет более эффективных технологий их изготовления;
- разработка и внедрение архитектурно-градостроительных и конструктивно-технологических решений при проектировании, строительстве, реконструкции жилых домов, общественных зданий и объектов производственного назначения, обеспечивающих снижение энергопотребления, в том числе новых типов энергоэффективных зданий массового строительства;
- снижение энергоемкости, повышение качества строительно-монтажных и ремонтных работ за счет совершенствования их технологии;
- комплекс мер по тепловой модернизации (терморевитализации, санации) существующего жилого фонда, зданий и сооружений с целью повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий и совершенствования систем их теплоснабжения;
- внедрение энергоэффективного инженерного оборудования и систем жизнеобеспечения (отопления, вентиляции, освещения и т. д.), современных приборов контроля и учета ТЭР.

Согласно современной концепции, с точки зрения энергопотребления, проектирование, строительство и использование здания рассматриваются как единая технологическая цепь, имеющая своей целью минимизировать энергоматериальные, трудовые затраты и воздействие на окружающую среду. Из общего объема тепловой энергии, потребляемой при строительстве и эксплуатации зданий сегодня, только 10% расходуется на производство строительных материалов и изделий, а также на сам процесс строительства, а 90% идет на отопление и горячее водоснабжение, что в 2 раза больше, чем в западноевропейских странах. Поэтому в Беларуси с 1994 г. были введены новые нормативы на термические сопротивления строительных ограждающих конструкций (стен, крыш, перекрытий, окон, дверей и т.д.) зданий и сооружений. Исследования показывают, что существенную экономию – до 14% – тепловой энергии в здании можно получить при увеличении термосопротивления наружных стен в 2–2,5 раза. Дальнейшее его увеличение, а также увеличение термосопротивления оконных, дверных проемов для зданий с естественной вентиляцией, которая характерна для жилого фонда республики, экономически неоправданны: значительно возрастают энергозатраты на вентиляцию, горячее водоснабжение, тепловые потери через окна, балконные двери, нарушаются санитарно-гигиенические нормы воздухообмена. Потребление тепловой энергии зданием зависит от его геометрических размеров, этажности, площади остекления наружной поверхности, теплофизических характеристик и размеров строительных и инженерных конструкций. Сегодня в республике пересмотрены подходы к объемно-планировочным решениям возводимых зданий и сооружений с целью сокращения энергопотерь во время эксплуатации. Новые жилые здания с повышенным термосопротивлением наружных стен и проемов должны оборудоваться сбалансированной вентиляцией, установками утилизации тепла отработанного воздуха и горячей воды, контрольно-регулирующей аппаратурой потребления тепла и воды.

В белорусских городах осуществляются работы по реконструкции, модернизации, капитальному ремонту и термической реабилитации, т.е. санации ранее выстроенных зданий жилого и нежилого фонда. Санация в части терморехабилитации означает повышение теплозащиты зданий путем теплоизоляции стен минеральной ватой и пенопластом, утеп-

ление крыш, полов, замену оконных блоков, остекление балконов, модернизацию систем вентиляции, реконструкцию и автоматизацию теплоузлов, установку индивидуальных регуляторов тепла в квартирах и комнатах, экономичных осветительных приборов, счетчиков тепла и воды. Обследование состояния зданий и сооружений позволяет выявить потенциал энергосбережения. В жилом фонде он составляет 30–76%, т.е. нынешнее годовое потребление энергии может быть сокращено наполовину. В нежилом фонде (административные, общественные, культурного назначения здания, школы, больницы и т.д.) может быть сэкономлено около половины годового объема потребления энергии. Разработаны и применяются технологии терморевитализации зданий путем наружного утепления их фасадов. Первый опыт санации жилого фонда показал, что возводящиеся и saniруемые здания необходимо оборудовать системами принудительной управляемой вентиляции. При применяемой до сегодняшнего дня естественной вентиляции в результате утепления ограждающих наружных конструкций происходит перераспределение теплопотерь: резко возрастают потери тепла на нагрев поступающего в помещение воздуха и, кроме того, относительная влажность воздуха оказывается выше нормативной. Таким образом, сокращение теплопотерь на 20–30% и нормальный воздухообмен в помещениях можно получить только в результате совместного применения в здании теплоизоляции ограждающих конструкций и современных систем принудительной вентиляции.

К наиболее эффективным системам «утепления» зданий из числа отечественных относятся системы «ПСЛ» и «термошуба». Они представляют собой многослойные конструкции из плиты-утеплителя, прикрепленной к подготовленной поверхности стен специальным клеящим составом и анкерами, защитного покрытия из клеящего состава, армированного одним-двумя слоями сетки в сочетании с металлическими профилями и отделочного покрытия из тонкослойной штукатурки. Утеплитель может крепиться к стене механическим способом, а жесткая облицовка устраивается на специальных каркасах с образованием воздушной прослойки между плитой утеплителя и облицовкой. В качестве теплоизоляционных материалов в этих конструкциях применяются жесткая минераловатная плита и пенополистирол. Среди зарубежных следует упомянуть две технологии утепления стен с наружной стороны:

фасадное утепление под штукатурку, аналогичное отечественной «термошубе», и вентилируемые фасады. Второй вариант утепления представляет собой устанавливаемый на стену несущий каркас с вентилируемым теплоизоляционным слоем и последующей защитой из специальных фасадных плит. Сегодня существует также широкий выбор теплоизоляционных материалов (пеноплекс, на основе базальтовой ваты, стиропор и др.) и конструкций для утепления крыш, чердаков, подвалов, трубопроводов инженерных наружных и внутренних сетей. На смену традиционным канальным теплопроводам, срок службы которых составляет 12–15 лет, а иногда не превышает пяти при расчетном – 25, а тепловые потери достигают 20%, должны прийти бесканальные теплогидропредизолированные (ПИ) теплопроводы. Подземные ПИ-теплопроводы являются механической конструкцией, состоящей из стальной трубы, полиуретановой теплоизоляции и наружной полиэтиленовой трубы-оболочки, которые жестко связаны друг с другом и вместе с окружающим теплопровод грунтом образуют единую систему. Такая конструкция обеспечивает тепловые потери на уровне 2–3% на протяжении всего расчетного срока службы равного 20–30 годам. В Беларуси в настоящее время определена потребность и организуется собственное производство ПИ-теплопроводов для строительства и реконструкции магистральных и распределительных тепловых сетей. Энергосберегающий эффект применения ПИ-теплопроводов, их надежность и долговечность определяют новый качественный уровень системы транспорта теплоты в городах. Например, при замене в Минске к 2010 г. изношенных теплосетей ПИ-теплопроводами тепловые потери, а следовательно, и необходимая мощность теплоисточников в зимний период снизятся на 600–800 Гкал/час.

Современные «суперизолированные», или «микрoэнергетические» здания позволяют настолько уменьшить потери тепла за счет теплоизоляции всех конструкций, что поступлений «пассивной» тепловой энергии от людей, бытовых электроприборов и лучистого потока через окна оказывается достаточно для создания комфортных условий жизни без дополнительной энергии от источников отопления. Такой энергетически «пассивный» дом представляет собой замкнутую систему, не нуждающуюся или минимально нуждающуюся в поступлениях тепла извне. Особенно перспективны такие дома при застройке пригородных зон

больших и малых городов, а также населенных пунктов сельской местности строениями коттеджного типа. Так, в Беларуси внедряются технологии строительства коттеджей путем сборки из пустотных энерго-сберегающих опалубочных блоков из специального строительного пенополистирола (стипора), удерживаемых арматурой и заливаемых бетоном. Стипор обладает исключительно высокими теплоизоляционными свойствами, хорошими эксплуатационными характеристиками.

Существует также понятие «экодом». Имеется в виду жилище, в котором практически не используются невозобновляемые источники энергии и эксплуатация которого не наносит вреда природе и здоровью человека. В США, Швеции, Японии, Германии построены достаточно давно комфортабельные экодома с низким, практически нулевым энергопотреблением, без канализационных сетей. Иногда они стоят очень дорого. Однако есть варианты с использованием солнечного отопления и аккумулирования тепла не дороже традиционных домов. В Беларуси ведутся изыскательские работы по строительству относительно дешевых малоэтажных экодомов из местных экологически чистых природных материалов (прессованной соломы, глиносоломенной смеси, соломенных блоков) с применением энергосберегающих технологий строительства, солнечной энергии для отопления и сезонного нагрева воды. Для канализации в экодомах предусматривается использование локальных биологических систем утилизации хозяйственных стоков замкнутого цикла, или компостные туалеты. Отопление экодома обычно содержит основную систему из солнечного теплового коллектора и теплоаккумулятора и вспомогательную (аварийную) – камин или печь медленного горения. В Беларуси намечено построить показательные экспериментальные экодеревни на 20–40 экодомов с альтернативными системами энергоснабжения.

Совершенствование теплоснабжения. На цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в Республике Беларусь расходуется 40% от общего потребления топлива. Потенциал энергосбережения, по оценкам отечественных и зарубежных экспертов, в системах теплоснабжения республики составляет около 50%. Следовательно, за счет энергосберегающих мероприятий можно снизить потребление топлива на нужды теплоснабжения на 20% от его общего потребления республикой. Именно поэтому одной из приоритетных задач действующей Госу-

дарственной программы «Энергосбережение» является совершенствование теплоснабжения.

В Беларуси, как и во всех странах СНГ, в силу проводившейся в советские времена технической политики применяются в основном системы централизованного теплоснабжения, находящиеся сегодня в крайне неудовлетворительном состоянии. Часто происходят аварии, что приводит к перерывам теплоснабжения, значительному материальному ущербу, опасности для жизни людей из-за провалов грунта в теплосетях, взрыва котельного оборудования и т.п. Такое положение объясняется следующими причинами:

- эксплуатацией элементов систем теплоснабжения: оборудования ТЭЦ, котельных, тепловых сетей – в течение 25–35 лет и более, что намного превышает их расчетные сроки службы;
- низким качеством конструкций, строительства, монтажа и эксплуатации;
- отсутствием профилактических плановых ремонтов и реконструкции из-за нехватки денежных и материальных средств.

Основными элементами систем теплоснабжения являются:

- источники тепла, в основном ТЭЦ и котельные;
- магистральные и внутриквартальные тепловые сети, по которым с помощью насосных станций осуществляется транспорт теплоносителей и распределение тепловой энергии потребителям через центральные или индивидуальные тепловые пункты;
- потребители тепловой энергии в виде пара, горячей воды, воздуха.

Для реализации указанного выше потенциала энергосбережения теплоснабжения республики необходима одновременная согласованная оптимизация теплоснабжения во всех элементах систем теплоснабжения при координации организационно-экономических и технических мероприятий. К приоритетным направлениям оптимизации относятся:

- реконструкция и модернизация систем централизованного теплоснабжения;
- децентрализация теплоснабжения;
- регулирование режимов теплоснабжения во всех элементах систем теплоснабжения.

Реконструкция и модернизация находящихся в эксплуатации систем централизованного теплоснабжения требует существенных инве-

стиций и трудозатрат и должна проводиться в отношении источников тепла путем замены устаревшего оборудования, переоборудования котельных в мини-ТЭЦ, применения парогазового цикла, газотурбинных установок и других прогрессивных технологий, в отношении тепловых сетей, где теряется 20–40% транспортируемого тепла, в отношении потребителей посредством санации жилого фонда, внедрения энергосберегающих технологий в промышленности, модернизации схем теплоснабжения, учета и контроля потребления тепла. Кроме энергосберегающего эффекта эти меры сократят выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, снизят аварийность работы систем теплоснабжения, повысят комфортность в жилых и производственных помещениях. Каждый город Беларуси имеет программу модернизации своего теплоснабжения.

Централизованное теплоснабжение требует разветвленных сетей трубопроводов, требующих значительных затрат на текущее обслуживание, профилактику предупреждения аварий, замену устаревших, изношенных участков. В настоящее время внедряются методы обследования и оперативного контроля состояния тепловых сетей путем дистанционного зондирования современными тепловизионными системами и диагностической аппаратурой, включая тепловую аэрофотосъемку, создаются базы данных для определения мест повышенных теплопотерь, проведения планово-ремонтных работ. Проблема потерь тепла в тепловых сетях может быть решена только с помощью эффективной теплоизоляции трубопроводов. Прогрессивным решением является применение предизолированных пенополиуретановой (ППУ) теплоизоляцией труб, а также гибких ППУ-труб. Последние позволяют облегчить прокладку теплотрасс, обладают лучшими эксплуатационными характеристиками.

Централизованное теплоснабжение, как правило, предполагает подключение к ЦТП через элеваторный узел трубопроводов систем отопления и систем горячего водоснабжения группы зданий, что практически не позволяет производить регулирование количества потребляемой тепловой энергии. Большие возможности в отношении регулирования, а также в отношении учета и контроля потребления обеспечивает вариант централизованного теплоснабжения жилых и общественных зданий с устройством для них индивидуальных тепловых

пунктов с целью создания независимой системы приготовления горячей воды и подачи тепла на отопление.

Важнейшим направлением совершенствования теплоснабжения городов считается разумная степень его децентрализации, что означает строительство на газе, жидком топливе, электроэнергии новых теплоисточников, приближенных к потребителю тепла, или переход на автономные источники теплоснабжения. Децентрализация теплоснабжения позволяет:

- уменьшить потери тепла до 40% за счет полного отказа от наружных тепловых сетей или сокращения их протяженности;
- сократить до 15% потери тепла за счет более полного соответствия режимов производства тепла и его потребления;
- сократить затраты на теплоснабжение в сравнении с затратами, необходимыми для строительства, обслуживания и ремонта новых теплосетей, ремонта действующих сетей и теплогенераторов;
- снизить потери энергии и аварийность в системах теплоснабжения; статистика свидетельствует, что 99% аварий происходит в тепловых сетях, а не на ТЭЦ и в котельных;
- отказаться от строительства узлов учета и регулирования отпуска и потребления тепловой энергии.

В республике децентрализация теплоснабжения осуществляется путем перехода к автономным системам, использованию встроенных и пристроенных к зданию котельных, автоматизированных местных блочных или блок-модульных котельных полной заводской готовности, крышных котельных. На промышленных предприятиях в мини-ТЭЦ реконструируются бывшие котельные или вводятся новые заводские ТЭЦ. Внедрение автономных источников энергии в жилищно-коммунальном секторе позволяет решить проблему независимого жизнеобеспечения этого сектора экономики, позволяет широко внедрять регулирование энергопотребления непосредственно у потребителей.

Децентрализация энергоснабжения, в том числе теплоснабжения, способствует формированию рынка энергоносителей и конкуренции в области энергообеспечения. Потребитель получает возможность выбора производителя и поставщика энергии.

В западноевропейских странах накоплен положительный опыт использования локальных отопительных систем (ЛОС) в многоквартир-

ных жилых зданиях. ЛОС способствуют снижению энергозатрат в жилом фонде. Обычно они включают в себя устройства газового отопления, устройства по сжиганию твердого топлива и устройства, аккумулирующие солнечную энергию, т. е. выполняются как комбинированные. Эти компоненты эксплуатируются не одновременно, а в строго определенные временные отрезки, что позволяет экономить до 30–50% энергоресурсов по сравнению с централизованными системами теплоснабжения. Кроме того, ЛОС привлекательны с экологической точки зрения.

Эффективным инструментом энергосбережения является согласованное регулирование теплопотребления, его учет и контроль во всех элементах системы теплоснабжения. Однако ресурс и эффективность регулирования в отдельных элементах различны. Как показали исследования, эффект от вложения финансовых средств в системы регулирования теплоисточника, транспорта и распределения потребителям составляет соответственно 30%, 50% и 20%. Поэтому при параллельном внедрении регулирования теплопотребления во всех элементах теплоснабжения приоритетным направлением выбрано внедрение средств регулирования на насосных станциях и тепловых пунктах. Насосное оборудование оснащается регулируемым приводом. Существующие центральные тепловые пункты (ЦТП) реконструируются и оснащаются регуляторами. При новом строительстве присоединение потребителей к тепловым сетям осуществляется по независимым схемам через индивидуальные тепловые пункты (ИТП). В республике с 1995 г. выпускаются блочные ИТП, оборудованные приборами учета, регулирования отпуска тепла, насосами, теплообменниками, контрольно-измерительными приборами и средствами автоматизации. В этих ИТП предусмотрены регулирование температуры обратного теплоносителя, поступающего из системы отопления потребителя, в зависимости от температуры наружного воздуха, регулирование температуры воды горячего водоснабжения, а также возможность перехода на пониженный режим потребления тепла зданием. Последнее мероприятие позволяет экономить до 37% тепла за счет снижения температуры воздуха в нерабочее время (в выходные, праздничные дни, ночью) в зданиях с периодическим пребыванием людей (административные здания, школы, детсады, магазины и т. п.). Использование ИТП – путь к организации учета и регулирования потребления тепла в каждом здании. Еще большая эко-

номия энергии достигается при организации пофасадного и поквартирного регулирования жилых домов.

Для расширения диапазона ресурса регулирования очень важны аккумуляторы тепло- и электроэнергии, способные в часы провалов графиков нагрузок в электроэнергетической системе получать и запасать энергию в местах ее преобразования или непосредственного потребления.

Указанные мероприятия по совершенствованию теплоснабжения городов могут быть эффективны только в комплексе с рассмотренной выше тепловой реабилитацией зданий и соблюдением соответствующих теплотехнических норм при новом строительстве.

В качестве одного из первых шагов на пути оптимизации и совершенствования систем теплоснабжения городские программы энергосбережения на нынешнем этапе, как правило, предусматривают обеспечение учета выработки и потребления тепловой энергии, внедрение автоматического регулирования в системах отопления и горячего водоснабжения. Тепловые пункты и тепловые насосные станции оснащаются современными приборами учета. Производится массовая установка теплосчетчиков на вводах теплосетей в жилые дома и общественные здания.

Внутригородской транспорт. Жизнь современного города немыслима без транспорта, потребляющего значительное количество ТЭР, включая высококачественные нефтепродукты. Транспорт более других отраслей экономики чувствителен к перебоям в снабжении энергией. Однако именно в этом секторе экономики имеются широкие возможности для повышения эффективности использования энергии. Следует различать краткосрочные и долгосрочные программы мероприятий по эффективному энергоиспользованию в транспортном секторе.

Краткосрочные программы направлены на производство и распространение транспортных средств, потребляющих минимальное количество энергии, требующих меньших расходов на их содержание и эксплуатацию. Причем, транспорт – это та область общественной деятельности, в которой может быть наиболее успешно использовано правовое нормативное регулирование для повышения энергоэффективности. Это объясняется значительным числом производителей взаимозаменяемых видов транспорта и еще большим числом его потребителей – владельцев транспортных средств, каждое из которых потребляет относительно небольшое количество энергии. Опыт европейских стран

показывает эффективные способы стимулирования энергосбережения на транспорте. Краткосрочные программы включают также комплекс мер по улучшению организации движения в городе.

Долгосрочные программы имеют стратегическую направленность, учитывают перспективы развития города, ожидаемые изменения в структуре источников энергии в будущем и наиболее прогрессивные тенденции в области разработки транспорта. В частности, речь идет о создании транспортных средств, работающих на возобновляемых энергоресурсах, могущих переключаться при эксплуатации с одного вида энергии на другой, о создании современных подземных или надземных видов городского транспорта. Такие тенденции диктуются, с одной стороны, целями энергосбережения, с другой – экологическими требованиями по сохранению чистоты воздушной среды и дефицитом земли в городах.

Рассмотрим возможности энергосбережения на транспорте посредством изменений его структуры и видов потребляемого топлива. В этой связи проектировщик городских транспортных систем может руководствоваться тремя принципами:

- выбирать наиболее функционально подходящие виды транспорта;
- использовать облегченные транспортные средства;
- обеспечить максимальное увеличение полезной нагрузки транспортных средств.

Чем меньше масса автомобиля, тем меньше расходуемая им энергия. В некоторых европейских странах в течение ограниченных периодов времени применялись субсидии или налоговые скидки для улучшения структуры транспортных средств. Так, в Греции была введена налоговая скидка на новые небольшие автомобили с низким уровнем выбросов при условии вывода из обращения старых машин. Регулированием налогов на покупку, импорт автомобилей, ежегодной пошлины на них можно стимулировать спрос потребителей на машины с высокоэффективным использованием топлива, что косвенно ориентирует производителя на выпуск таких машин. Для информирования потребителей в ряде стран применяется маркировка новых автомобилей по расходу топлива, к примеру, она обязательна в Великобритании.

Распространенным инструментом влияния на конъюнктуру автомобилей служат также налоги на топливо для двигателей. Цены на топливо влияют на решение потребителя о выборе того или иного типа

автомобиля и, в свою очередь, стимулируют производителя на выпуск соответствующих машин. Известно, что транспортные средства на дизельном топливе имеют меньший расход топлива, чем транспортные средства на бензине, особенно при работе в городском режиме. Для их большего распространения в Европе было применено дифференцированное налогообложение на бензин и дизельное топливо. Имели значение и более низкие цены на дизельные автомобили.

В городах все большее развитие будет получать электрифицированный транспорт как более экологически чистый. Перспективными с точки зрения сбережения нефтепродуктов и экологии являются электромобили, использующие электрическую энергию, которая может быть получена как от аккумуляторов, так и в результате прямого преобразования возобновляемых видов энергии, например, солнечной. КПД тяговой установки электромобиля составляет 25–30%, в то время как КПД двигателя внутреннего сгорания – 15–20%. Научно-экспериментальные изыскания по разработке электромобилей активно проводятся во многих странах.

Проблемы ценности городской земли и загрязнения воздуха выбросами автомобилей при сжигании органического топлива заставляют думать о развитии подземного транспорта. Его создание требует 10–20 лет, начиная с этапа технико-экономического анализа до начала эксплуатации, еще 10–20 лет необходимо для выхода транспортной системы на полную проектную мощность. Поэтому оценка эффективности использования энергии при принятии решений о сооружении подобных крупнозатратных транспортных систем должна производиться в стратегическом контексте с учетом располагаемых городом в перспективе видов энергоресурсов, роста их потребления и дальнейшего развития города. В качестве меж- и внутригородского вида современного транспорта может рассматриваться вертолетное движение.

Значительный потенциал энергосбережения содержится в организации движения транспорта в городе, в ее оптимизации. Объем потребления энергии на транспорте непосредственно связан с планировкой города, его компактностью, расположением его районов, объектов наибольшего посещения. Поэтому важно оптимально организовать систему магистралей, главных и второстепенных дорог, транспортных развязок, регулирования скоростей с помощью светофоров и дорожных

знаков, предусмотреть возможности рациональных проездов, хорошее состояние дорог, качественное техническое обслуживание транспортных средств.

Ограничения скорости существуют во всех странах практически для всех типов дорог. Они нужны по условиям безопасности, но, кроме того, позволяют экономить топливо. С учетом максимальной экономии топлива должны организовываться в современных городах системы стоянок транспортных средств, гаражей, маршрутов и остановок городского общественного транспорта, станций технического обслуживания и бензозаправочных станций.

Энергоэффективность использования транспортного средства в городских условиях сильно зависит от индивидуального умения и навыков вождения с наименьшим расходом топлива. В некоторых европейских странах при проведении экзамена на получение водительских прав осуществляется проверка качества вождения с позиций эффективного использования топлива. Важно, чтобы каждый водитель регулярно наблюдал и вел учет потребления топлива. Это позволяет ему оценить возможную экономию денежных средств и стимулирует на рациональное пользование транспортным средством.

Директива ЕС требует ежегодной проверки состояния транспортных средств, в том числе определения характеристик выбросов. В некоторых случаях национальные требования включают и оценку качества и эффективности использования топлива.

Системы освещения. На освещение в Беларуси расходуется 10–13% от общего потребления электроэнергии. Анализ структуры потребления по отраслям показывает, что на промышленность приходится 29%, жилищный сектор – 26%, административные и общественные здания – 20%, уличное освещение – 12% всего объема потребления. Таким образом, 80–90% электроэнергии на нужды освещения расходуется на территории городов и населенных пунктов. В организации энергоэффективного освещения городских объектов производственной и непроизводственной сферы, жилых зданий, территории городов, имеется значительный потенциал энергосбережения за счет перехода к энергоэффективному освещению.

Энергоэффективное освещение означает устройство систем освещения и организацию их функционирования таким образом, чтобы при

обеспечении требуемых нормами количественных и качественных характеристик освещения потреблялось минимальное количество электроэнергии. Исполнение этих условий закладывается в первую очередь при проектировании освещения путем рационального сочетания естественного света через световые проемы и искусственного – от осветительных установок, общего и локального освещения, выбора оптимальной схемы электрической сети освещения, количества, типов и мощности источников света, их размещения, выбора светильников и пускорегулирующей аппаратуры. Сочетание хорошего естественного освещения за счет оптимальных количества, размещения, размеров оконных проемов, фонарей в потолочных перекрытиях и регулируемого искусственного освещения может обеспечить энергосбережение до 30–70%. Потребность в искусственном освещении уменьшается при светлых интерьерах в помещениях, которые создают ощущение более светлого пространства.

Необходимо подчеркнуть взаимосвязь между нормами на уровни освещения и потенциалом энергосбережения. Нормы устанавливаются по условиям зрительной работы в результате санитарно-гигиенических исследований, зачастую не являются оптимальными и периодически подвергаются изменениям. Совершенствование действующих норм в направлении более точной адаптации к психофизиологическим характеристикам человека, его практическим нуждам и учета современных конструктивных решений систем освещения содержит значительный резерв экономии энергоресурсов.

Все более широкое применение находят системы автоматического управления включением, отключением светильников и автоматического регулирования освещенности, а также энергоэкономичные источники света. Зарубежный опыт свидетельствует, что автоматизация освещения позволяет снизить энергопотребление на 30–50%. В Республике Беларусь налажено и развивается производство электронных и электромагнитных пускорегулирующих аппаратов для люминисцентных ламп, энергоэкономичных ламп и осветительной арматуры, устройств автоматического управления освещением: фотореле, приборов регулирования светового потока, инфракрасных датчиков.

В таблице 7.7 перечислены применяемые сегодня типы ламп и даны их некоторые характеристики.

Таблица 7.7.

Тип лампы	Характеристики
1. Накаливания	Световая отдача – 7–20 Лм/Вт (5%); ПД – 10 – 13%; срок службы – 800–1000 ч.; просты в изготовлении; не нужно пускорегулирующих аппаратов (ПРА).
1.2. Накаливания галогенные энергосберегающие	Световая отдача – 20–30 Лм/Вт (13 – 25%); энергопотребление в 2–2,5 раза меньше, чем у ламп накаливания, лучший спектр излучения; для локального и общего освещения жилых и административных помещений, офисов, рабочих мест.
2. Газоразрядные	Световая отдача в 2–3 раза выше, чем у ламп накаливания, лучше цветопередача, срок службы в 5–10 раз выше, более экономичны, но дороже, нужны ПРА.
2.1. Люминесцентные	Световая отдача – до 60 Лм/Вт, экономичнее ламп накаливания в 2,5–3 раза, более гигиеничный спектр, срок службы – 5000 ч., пожаробезопасные.
2.2. Люминесцентные компактные	Энергопотребление в 6–7 раз меньше, чем у ламп накаливания при одинаковой освещенности, пока относительно дороги.
2.3. Натриевые низкого давления	Световая отдача – 140–180 Лм/Вт (27%); недостатки: большие размеры, монохроматический свет, что ограничивает применение.
2.4. Натриевые высокого давления	Световая отдача – 100–120 Лм/Вт (29%); широкий диапазон применения – от уличного освещения до освещения промышленных зданий.
2.5. Ртутные высокого давления	Световая отдача – 44–57 Лм/Вт (15%), высокая единичная мощность.
2.6. Металлогалогидные высокого давления	Световая отдача – 85–100 Лм/Вт (23%), благоприятный спектр излучения.

Совокупность осветительной арматуры с лампами называется светильником. Известны недостатки люминесцентных ламп: холодное свечение, стробоскопический эффект, шумы, значительные конструктивные габариты. С появлением около десяти лет назад электронных

пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА) возникла возможность создания более энергоэкономичных светильников с компактными люминесцентными лампами (КЛЛ). Сокращение расхода электроэнергии и повышение КПД лампы происходит в результате повышения напряжения питания частотой 20 кГц; многократное увеличение светоотдачи поверхности осветительного прибора позволяет уменьшить его габариты. Срок службы лампы достигает 8000 часов. Компактная лампа мощностью 10 Вт обеспечивает такую же освещенность, что и обычная лампа накаливания мощностью 50 Вт. Срок окупаемости КЛЛ составляет 1–2 года.

Значительную экономию электроэнергии, на 10–30% могла бы дать широкая замена ламп накаливания люминесцентными в жилых домах, общественных и промышленных зданиях. В промышленности массовая замена люминесцентных ламп натриевыми лампами высокого давления могла бы снизить электропотребление на освещение на 20–50%. Безусловно, эти мероприятия требуют определенных инвестиций и могут быть осуществлены постепенно в течение 15–20 лет.

Количество энергии, используемой для освещения улиц, площадей города, подъездов жилых зданий, можно сократить в два раза за счет его регулирования в зависимости от времени суток и присутствия людей, оптимального подбора количества, типов и мощности светильников. Очевидно, в 2–3 часа ночи город не должен освещаться так же как в 10–11 вечера. В подъездах посредством автоматических выключателей свет может отключаться сам через определенное время после включения. Для автоматического включения и выключения осветительных устройств на запрограммированный промежуток времени применяются электронные управляющие устройства – таймеры. До 50% электроэнергии позволяет сэкономить использование датчиков движения, чувствительных к инфракрасному излучению человека, в системах управления освещением жилых и вспомогательных помещений: коридоров, лестничных площадок. С точки зрения энергосбережения, важна оптимизация рекламного освещения городов.

Правильная эксплуатация систем освещения: своевременные ремонт и профилактика, периодическая замена ламп, мытье оконных стекол и чистка светильников, отключение их в светлое время суток и в отсутствии людей – весьма существенна для экономии электроэнергии. По-

требление энергии на освещение можно сократить на 10–15% путем своевременного отключения неиспользуемых ламп, уменьшением их числа и заменой.

Утилизация мусора. Городской мусор, твердые бытовые и промышленные отходы – неизбежный спутник существования городов. В среднем на одного жителя в год в городах России, Беларуси накапливается 200–300 кг мусора, а США, Швеции, других западных стран – 480–700 кг. Резко растут площади отчуждения под санкционированные и несанкционированные свалки. Природные системы уже не способны поглощать естественным образом городские отходы. Появились международные отношения купли-продажи отходов, в том числе токсичных и радиоактивных, что чревато не только экономическими, но и политическими осложнениями. Обычное сжигание и вывоз отходов в отвалы, хвостохранилища, на свалки – опасный источник загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, растений, угроза инфекционных заболеваний. Это угроза здоровью как настоящего, так и будущих поколений. Во всех странах стараются решить проблему утилизации мусора. На международном уровне усиливается движение за устойчивое развитие окружающей среды. Решение проблемы осуществляется по следующим направлениям:

- минимизации образования отходов по количеству и вредности, т. е. создание малоотходных и безотходных технологий;
- разработка и внедрение эффективных технологий обезвреживания и переработки отходов, включая их утилизацию для производства топлива, тепловой и электрической энергии;
- организация контроля и мониторинга влияния отходов на состояние окружающей среды и здоровье населения.

Это задачи, которые решают ученые и инженеры, городские власти, власти отдельных государств на законодательном и исполнительном уровнях. Это задачи, требующие согласованных действий на международном уровне.

Процессы переработки городских отходов начинаются с организации их сбора и сортировки. Здесь представляют практический интерес домашние мусоросборники с отделением органических отходов и мусоропровод с сортировкой и уплотнением мусора, герметичные устройства для сжигания мусора в домашних условиях

с последующим уплотнением золы, вакуумные системы, автоматически удаляющие отходы из отдельных зданий в центральные приемные пункты.

Предлагается двухступенчатая система сбора, переработки отходов: доставка на расположенные в черте города перерабатывающие заводы (производительностью 25–30 тыс. т мусора в год на 300 тыс. жителей), где отходы сортируются, измельчаются, прессуются, из них извлекаются полезные продукты, остатки отходов отправляются на свалки или последующую утилизацию.

Утилизация отходов для энергетических целей может осуществляться в установках по получению биогаза (в результате анаэробного разложения органических) и последующего его сжигания для производства тепловой и электрической энергии непосредственно на свалках городских отходов или на специальных заводах. Так, 1 тонна твердых бытовых отходов (ТБО) может дать городу около 1 Гкал тепловой энергии, т.е. сэкономить 150 кг топлива. Объем остатков после сжигания не превышает 5% первоначального объема мусора. Разработано много отечественных и зарубежных технологий термической переработки ТБО: словесное сжигание, сжигание в топке с кипящим слоем, сжигание при высокой температуре, гидрогенизация, пиролиз. Однако стоимость сжигания городского мусора с учетом очистки отходящих газов и утилизации их тепла пока обходится весьма дорого, что затрудняет внедрение этих технологий. На сегодня наиболее экономичным признано сжигание отходов в топках котлов ТЭС в качестве присадки к основному топливу (предпочтительна доставка в спрессованном виде с близ расположенных заводов по переработке мусора) и в городских теплофикационных котельных для выработки низкотемпературного пара, непосредственного обогрева зданий и кондиционирования воздуха. На части мусороперерабатывающих заводов основное производство заключается в переработке ТБО в органическое сельскохозяйственное удобрение (компост), попутно крупная фракция ТБО сжигается в котлах как топливо для получения тепловой энергии и используется теплота уходящих дымовых газов.

7. 6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БЫТУ

Коммунально-бытовой сектор экономики является одним из крупнейших потребителей топлива, тепловой и электрической энергии. Современный быт немислим без энергетических услуг:

- комфортные условия жизни людей обеспечиваются освещением, отоплением, вентиляцией, бытовыми электрическими приборами и устройствами, кондиционированием и т.п.
- бытовые коммуникации, информационно-развлекательный сервис осуществляются с помощью телефонов, телевизоров, магнитофонов, компьютеров и т.д.

В силу своего географического расположения Беларусь относится к странам с относительно холодным климатом. Продолжительность «отопительного периода» составляет около 200 дней, что определяет значительную долю энергозатрат на отопление. На бытовом уровне потребляется 30% от всего количества топлива, расходуемого республикой. Потребляемая жилищно-коммунальным сектором тепловая энергия используется для отопления домов – 60–70% и горячего водоснабжения – 30–40%.

К сожалению, бытовое энергопотребление в нашем государстве весьма неэффективно. Для отопления и горячего водоснабжения квартиры среднестатистической белорусской семьи из 3–4 человек ежегодно на ТЭС или котельных сжигается около 2 тонн нефти. Кроме того, ею потребляется 1200–1800 кВт·ч электроэнергии в год. Эти цифры в 1,5–2 раза выше, чем в индустриально развитых европейских странах с сопоставимым климатом при значительно более низком энергетическом комфорте из-за неэффективного распределения и использования энергии.

Энергетический комфорт во многом определяет качество жизни населения той или иной страны. В современном мире оценка качества жизни все больше смещается от материало- и энергоемких бытовых приборов и устройств: нагревательных печей, ламп накаливания, энергоемких холодильников – к энергоэкономичным приборам: микроволновым печам, газоразрядным осветительным установкам, батарейной радио-, телеаппаратуре и т. п.

Таким образом, очевидны наличие значительного потенциала энергосбережения на бытовом уровне, прежде всего по тепловой энергии, и

необходимость его активной реализации как с целью экономии ТЭР, так и для повышения качества жизни белорусов. Для решения этих задач, согласно Государственной программе «Энергосбережение», предусмотрен и проводится целый комплекс долгосрочных и краткосрочных мероприятий. Обязательными условиями успеха их решения являются следующие:

- психологическая настроенность и желание населения экономно расходовать энергоресурсы;
- знание способов энергосбережения и умение их использовать в повседневной жизни;
- людей рачительное отношение людей к пользованию энергетическим комфортом на подсознательном уровне, внутренняя дисциплина бережного энергопотребления.

Если первые два условия могут быть обеспечены в относительно короткие сроки благодаря государственному экономическому и организационно-административному стимулированию, информационно-образовательным мерам, то осуществление последнего условия требует длительного времени, так как предполагает формирование у человека с самого детства определенных культуры поведения и привычек, обусловленных заботой о будущем энергетическом и экологическом благополучии нашей планеты. Именно поэтому в республике организована и совершенствуется многоступенчатая система образования в области энергосбережения, постоянно проводится информационно-рекламная работа.

В значительной мере существующий потенциал энергосбережения в жилищно-бытовом секторе может быть реализован за короткое время самими жильцами с помощью простых, недорогих и эффективных способов, представленных в таблице 7.8. Реальный потенциал экономии теплопотребления в жилых зданиях составляет 40–50%, причем половина этой экономии осуществима за счет снижения потерь тепла непосредственно в квартирах и приводит к улучшению микроклимата в них.

Уделим внимание практическим приемам правильного пользования электробытовыми приборами для повышения их энергетической эффективности. При приготовлении пищи или кипячении воды целесообразно выключать конфорки несколько раньше окончательной готовности или закипания воды, это позволяет сэкономить до 20% электроэнергии за счет тепловой инерции раскаленной конфорки. Более экономично пользоваться

электрочайниками, электрокофеварками, яйцеварками, печами СВЧ и т. п., которые имеют КПД в 1,5–1,8 раза выше, чем обычные газовые и электрические плиты. При приготовлении нескольких блюд можно сберечь

Таблица 7.8.

СПОСОБ	МЕРОПРИЯТИЯ	РЕЗУЛЬТАТ
Снижение тепловых потерь сквозь оконные, дверные проемы и притворы, на нагрев поступающего извне холодного воздуха	Устранить щели, неплотности ватой, герметиком, монтажной пеной; утеплить дверные и оконные рамы толстой бумагой, липкой лентой, завесить окна и балконные двери толстыми занавесками, но не закрывать ими радиаторы; укрепить прозрачную полиэтиленовую пленку на окнах (тройное остекление) или установить стеклопакеты; остеклить лоджию или балкон; установить регулируемые решетки на вентиляционных каналах или закрыть частично вентиляционные отверстия в туалете, ванной, на кухне плотной бумагой или картоном.	Потери тепла снижаются на 20–25% 15–35% 39%
Повышение теплоотдачи отопительных приборов	Установить отражающий экран за радиатором и под подоконником из блестящей пленки, алюминиевой фольги, между экраном и стеной положить теплоизолирующий слой из войлока; установить краны, терморегуляторы на радиаторах, периодически очищать их от пыли; изолировать трубы горячей воды войлоком или пещистым материалом; не загромождать радиаторы мебелью, коврами, шторами и т.п.	Экономия тепла, улучшение микроклимата в помещении
Снижение потребления электроэнергии	Соблюдать дисциплину отключения осветительных приборов, применять их рациональное размещение и сочетание; рациональное пользование бытовыми электроприборами; использовать энергосберегающие лампы, современные бытовые приборы: электрочайники, кофеварки, печи СВЧ и т.п.; периодически размораживать холодильник (морозильник), разместить его в холодном месте кухни, класть в него только охлажденные продукты	Экономия электроэнергии на 15–35% 30–40% 3–20%

Продолжение таблицы 7.8.

СПОСОБ	МЕРОПРИЯТИЯ	РЕЗУЛЬТАТ
Уменьшение расхода воды	Устранить течи в кранах и трубах, не оставлять краны открытыми, использовать рациональный напор струи; мыть посуду в емкости с водой моющим средством, а не под струей; принимать душ вместо ванны; кипятить воды не больше, чем нужно; соединить выход раковины умывальника с бачком унитаза	Экономия воды, электроэнергии, тепла
Учет, регулирование расхода энергии	Установить счетчики электроэнергии, тепла, газа, воды, терморегуляторы	Экономия ЭР 30–50%

от 10 до 30% электроэнергии, если использовать еще не остывшие конфорки для предварительного нагрева воды, используемой в приготовляемых блюдах, если пользоваться предварительно отстоявшейся водой комнатной температуры, а не холодной (8–10 °С) прямо из-под крана, если во время готовки накрывать кастрюлю крышкой. Все крупы имеет смысл замачивать с вечера, залив горячей водой, накрыв плотно крышкой, — это также экономит расход энергии на приготовление.

Добиться значительной экономии электроэнергии можно при разумном сочетании общего и локального (местного) освещения на рабочем столе, в гостиной для просмотра телевизионных программ, у зеркала в прихожей и т.п. Хорошо предусмотреть возможность включения части ламп в светильниках, автоматического отключения освещения при выходе из комнаты, использовать современные энергосберегающие лампы. К ним относятся, например, компактные люминесцентные лампы КЛЛ, которые потребляют в 6–7 раз меньше электрической энергии по сравнению с лампами накаливания при одинаковой освещенности. Для любых типов ламп светоотдача увеличивается с увеличением мощности. Использование нескольких ламп малой мощности вместо одной мощной лампы в осветительных устройствах требует больше энергии. Так, 4 люминесцентных лампы по 20 Вт дают 2/3 света, который можно получить от двух ламп по 40 Вт, или 4/7 света, который дает одна лампа 75 Вт.

Действенным инструментом стимулирования экономии энергоресурсов в жилом секторе послужило Постановление Совета Министров от 7 июля 1994 г. «О введении приборного учета расхода газа, воды и

тепловой энергии в домах жилищного фонда республики», которое обязало оснащать вновь вводимое и капитально ремонтируемое жилье приборами группового и индивидуального учета. Счетчик оказывает психологическое действие: когда платишь за реально потребленное количество воды, газа, тепла, осознаешь, что оно могло бы быть меньшим, и думаешь о возможностях экономии.

К мощным организационно-экономическим инструментам повышения энергоэффективности бытовых приборов и устройств относится их маркировка (лейблирование) по уровню удельного энергопотребления.

Цена на товары назначается в зависимости от маркировки и регулирует поведение производителя и потребителя на рынке: стимулирует производителя на выпуск более энергоэкономичного оборудования, а потребителя – на его приобретение. Кроме того, маркировка энергоэффективности позволяет населению ориентироваться в широкой номенклатуре бытовой техники.

В странах Европейского Союза все холодильники подразделяются на 7 категорий экономичности: А, В, С, D, E, F, G. Холодильники категории А и В являются высокоэффективными и потребляют в год около 300 кВт·ч электроэнергии. Холодильники категории G имеют самую низкую эффективность. Холодильники «Атлант» минского завода соответствуют среднеевропейскому стандарту и отвечают категории С. Имея в виду, что в Беларуси на долю холодильников и морозильников приходится 30–40% общего расхода электроэнергии в быту, переход на выпуск холодильной бытовой техники категории А даст экономию около 170 000 т.у.т.

РЕЗЮМЕ

1. Системы энергообеспечения предприятия (фирмы): топливо-, электро-, теплоснабжения, обеспечения сжатым воздухом, технологической и питьевой водой, конечного энергопотребления, во всех элементах этих систем есть потенциал энергосбережения: технологического – оптимизация технологических процессов, конструкций и режимов производственного оборудования, структурного – оптимизация структур энерго-

носителей, компонентов систем энергохозяйств, сырья, технологий, производственного оборудования, номенклатуры продукции (услуг). **Два параллельных процесса управления энергоиспользованием: внешнее** – посредством правовых, экономических, финансовых, административных механизмов через государственные органы энергосбережения; **внутреннее** – в рамках рентабельности предприятия. Государственная программа «Энергосбережение» определила приоритетные технические направления повышения эффективности энергоиспользования в Республике Беларусь.

2. **Децентрализация и развитие малой энергетики, т.е. строительство малых и мини-ТЭЦ, модернизация котельных, восстановление малых ГЭС, применение парогазовых и газотурбинных установок** – одно из основных направлений энергосбережения в энергетическом секторе.
3. **Энергетические аудиты и обследования** – основной инструмент энергетического менеджмента на всех его уровнях: национальном, отраслевом, региональном, городском, предприятия. Их цель – выявить источники энергосбережения, оценить потенциал энергосбережения и разработать программу ЭСМТ с приоритетами их внедрения. В Республике Беларусь обязательному энергообследованию каждые 5 лет подлежат предприятия, учреждения, организации с потреблением ТЭР более 1,5 тыс. т.у.т. в год.
4. **АСКУЭ предприятий обеспечат технический учет и оптимизацию их внутренних энергопотоков по подразделениям, объектам и коммерческий учет для объективных денежных расчетов за ЭР с предприятиями-поставщиками; в жилищно-коммунальном хозяйстве** – автоматизацию сбора данных с приборов учета в жилых домах и учетно-управленческой деятельности городских коммунальных служб, **коммерческие отношения между поставщиками и коммунальными потребителями на основе реальных энергозатрат, технический учет и регулирование потребления всех видов ЭР.**

5. **Энергосбережение – один из основных критериев при принятии решений на всех этапах градостроительства и организации городской жизни, начиная с планировки, проектирования и кончая эксплуатацией жилищного фонда, городских инфраструктур и регулирования ритма городской жизни; городские программы энергосбережения включают широкий спектр действий и систематическую работу городских мэрий и служб, коллективов предприятий и организаций, повседневных усилий каждого горожанина. Приоритеты в городах Беларуси: энергосберегающее градостроительство, термореабилитация зданий, оптимизация теплоснабжения, внутригородского транспорта, энергоэкономичное освещение, утилизация мусора.**
6. **Совершенствование теплоснабжения предусматривает:**
 - реконструкцию и модернизацию систем централизованного теплоснабжения;
 - децентрализацию теплоснабжения;
 - регулирование режимов теплопотребления во всех элементах систем теплоснабжения.
7. **Мероприятия по энергосбережению на транспорте: распространение транспортных средств, требующих минимального количества энергии, меньших расходов на обслуживание; правовое нормативное регулирование для повышения энергоэффективности; улучшение организации движения в городе.**
8. **Условия реализации Государственной программы «Энергосбережение»: государственное экономическое и организационно-административное стимулирование, информационно-образовательные меры с целью воспитания психологии, культуры, навыков бережного энергопотребления в повседневной жизни. Приборный учет расхода газа, воды и тепловой энергии в домах жилищного фонда оказывает психологическое действие на потребителей.**

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Назовите основные системы энергообеспечения предприятия (фирмы) и их основные элементы.
2. Что такое технологическое и структурное энергосбережение на предприятии (фирме)?
3. Как осуществляется управление энергообеспечением предприятия, какие существуют возможности оптимизации энергозатрат?
4. Какие технические направления повышения эффективности энергоиспользования признаны приоритетными в Республике Беларусь?
5. Что означает децентрализация энергоснабжения и зачем она нужна?
6. Что такое малая энергетика? Каковы ее преимущества?
7. Какие есть способы повышения эффективности котельных?
8. Какие Вы знаете энергосберегающие решения в отношении компрессорных установок и холодильной техники?
9. Что такое тепловой насос, для чего он служит?
10. Что такое электропривод, какие Вы знаете энергосберегающие возможности в отношении электроприводов?
11. Что такое энергетические аудиты и обследования, каковы их цели и порядок проведения?
12. Что собой представляют АСКУЭ предприятий, какой может быть их структура, какие функции они выполняют?
13. Какое значение имеет первичный приборный учет энергии, с помощью каких приборов он осуществляется по различным видам энергоносителей?
14. В чем суть современной концепции рационального использования энергии в городах и населенных пунктах? Какие приоритеты в области энергосбережения приняты в городах Беларуси?
15. Что такое санация и термореабилитация жилого фонда?

16. Назовите основные направления и технические решения совершенствования системы теплоснабжения городов, предприятий, жилых домов.
17. Какие Вы знаете пути энергосбережения на городском транспорте?
11. Как может решаться проблема утилизации мусора в городах и населенных пунктах?
12. Какие Вы знаете способы экономии энергии в быту? Подумайте и предложите хотя бы одно энергосберегающее решение в своей квартире, подсчитайте его экономический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа Республики Беларусь «Энергосбережение»: Основные направления и первоочередные меры. – Минск: Комитет «Белэнергосбережение», 1995. – 52 с.
2. Системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий: Учеб. пособие / Под общ. ред. А.П. Несенчука. – Мн.: Выш. шк., 1989. – 279 с.
3. Анчарова Т.В., Гамазин С.В., Шевченко В.В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях. / Под ред. В.А. Веникова. – М.: Высшая школа, 1990. – 142 с.
4. Копытов Ю.В., Чуланов Б.А. Экономия электроэнергии в промышленности: Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 120 с.
5. Смит Т. Эффективное использование электроэнергии: Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1981. – 400 с.
6. Гуртовцев А.Л. Комплексная автоматизация энергоучета в котельных, на промышленных предприятиях и их хозяйственных объектах./Серия статей. // Энергоэффективность. – N 5–12. – 1998.
7. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: В 5 кн. / Под ред. В.А. Веникова. – Кн. 2. Энергосбережение в электроприводе / Ильинский Н.Ф., Рожанковский Ю.В., Горнов А.О. – М.: Высшая школа, 1989. – 127 с.

8. Аракелов В.Е., Кремер А.И. Методические вопросы экономии энергоресурсов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 192 с.
9. Энергосберегающие технологии в СССР и за рубежом. / Под общ. ред. С.Н. Ятрова. – М., 1990.
10. Жидович И.С. Тепловые насосы для теплоснабжения: Основные положения. Применение тепловых насосов на промышленных предприятиях. Применение тепловых насосов для теплоснабжения объектов жилищно-коммунального хозяйства. // Энергоэффективность. – N 8, 9, 11. – 1998.

ГЛАВА 8.

ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ:

возможность не сооружать новые энергообъекты, снижение антропогенных выбросов в атмосферу, сохранение гидросферы, устранение риска аварий; пути компенсации, устранения экологических последствий энергопользования

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ:

сравнительная классификация; биотопливо, гидроэнергоресурсы, ветроэнергоресурсы, солнечная энергия, геотермальные ресурсы, твердые бытовые отходы

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ:

определение, классификация, способы и средства утилизации

МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА:

общая характеристика для РБ, древесные отходы, нормативно-правовая база и экономические механизмы использования

ЦЕЛИ

Ознакомившись с данной главой, Вы должны быть в состоянии:

- 1. Доказать связь между энергосбережением и экологией: рассказать о негативном влиянии энергоиспользования на окружающую среду, экологических эффектах энергосбережения и путях компенсации, устранения экологических последствий энергоиспользования.*
- 2. Дать характеристику нетрадиционных возобновляемых источников, указать их значение и условия применения в Республике Беларусь.*

3. *Рассказать о вторичных ЭР, способах и средствах их утилизации.*
4. *Рассказать о наличии местных видов топлива в Беларуси, их значении и условиях вовлечения в топливно-энергетический баланс экономики нашей республики.*

8. 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Как правило, любое энергосберегающее решение влечет за собой положительные экологические эффекты. Поэтому при принятии решений о целесообразности затрат на энергосберегающие мероприятия и определении их приоритетов необходимо производить количественную оценку экологических эффектов [3, 11, 12]. Рассмотрим, в чем заключается значение энергосбережения для сохранения здоровья и среды обитания человека.

Первый эффект энергосбережения связан с возможностью не сооружать новые топливные базы, инфраструктуры топливообеспечения, энергопроизводящие источники, сети транспорта и распределения энергоносителей. Производство электрической и тепловой энергии на электростанциях, в котельных оказывает весьма существенное вредное воздействие на окружающую среду, которое заключается в выбросе в атмосферу вредных веществ, тепловом загрязнении окружающей среды, повышении радиоактивного фона, отчуждении земли под энергообъекты. Доставка энергии потребителям связана с отчуждением значительных территорий, нарушением природных ландшафтов, среды обитания животных и птиц, электромагнитными излучениями и акустическими шумами от линий электропередачи ультра- и сверхвысокого напряжения. Кроме того, неизбежен риск нарушений нормального функционирования энергетических объектов и комплексов, возникновения на них чрезвычайных ситуаций и аварий, последствия которых при современных мощностях энергоустановок и интенсивности энергопотоков могут носить глобальный характер.

В настоящее время электростанции Беларуси работают на мазуте и природном газе, при сжигании которых в атмосферу поступают газооб-

разные токсичные выбросы окислов серы SO_2 и азота NO_x , а также мелкие твердые частицы золы (порошкообразного негорючего остатка, образующегося при полном окислении горючих элементов, термического разложения и обжига минеральных примесей).

Оксиды серы и азота, соединяясь с атмосферной влагой, образуют слабые растворы кислот и выпадают в виде «кислотных дождей», под воздействием которых происходит закисление почв и увеличение кислотности вод поверхностных водоемов, что наносит ущерб сельскому, рыбному, лесному хозяйствам. Кислотные дожди усиливают коррозию и разрушение строительных материалов и т.д. Проблему кислотных дождей нельзя решить на национальном уровне, необходимы согласованные действия всех стран.

Твердые частицы, содержащиеся в выбросах ТЭС, улавливаются такими устройствами, как мокрые скрубберы, электрофильтры и т.д. Эти способы достаточно дороги. Что касается окислов серы и азота, то на сегодня пока не создано эффективных и дешевых очистителей. Для снижения концентраций серы и азота в местах расположения электростанций до предельных значений строятся высокие дымовые трубы (200–300 м) для рассеивания вредных веществ на значительной высоте, которые являются очень дорогими сооружениями. При авариях на ТЭС в реки, озера могут попадать мазут, радиоактивные выбросы, угольная пыль и т.д.

ГЭС также отрицательно воздействуют на окружающую среду. Плотины малых ГЭС Беларуси сооружаются в равнинных местностях, при этом значительные площади земли занимают мелководные водохранилища. Вода в них интенсивно прогревается солнцем, создавая условия для роста сине-зеленых водорослей, которые гниют, заражая воду и атмосферу. Это отрицательно влияет на судоходство, рыбное хозяйство.

Сооружение АЭС сегодня, к сожалению, связано с нерешенными проблемами безопасности, с вероятным риском катастроф, чреватых глобальными последствиями для огромных территорий, с проблемами захоронения радиоактивных отходов и консервации станции после окончания расчетного срока службы.

Накопление углекислого газа CO_2 , метана и др. газов в атмосфере из-за сжигания огромного количества органических топлив (угля, нефти, природного газа) в энергопроизводящих и энергопотребляющих

установках – одна из основных причин парникового эффекта. Слой парниковых газов не пропускает солнечное тепло обратно в космос, и средняя температура приземного слоя атмосферы постепенно повышается, что приведет к перераспределению осадков, увеличению числа засух, к затоплению значительных территорий и к глобальным изменениям климата, которые повлекут разрушения сельского, водного, лесного хозяйств, энергетических, транспортных и др. производственных систем. Будет нанесен непоправимый ущерб здоровью людей. К наиболее загрязняющим в этом отношении отраслям относятся топливно-энергетическая, нефтехимическая, металлургическая и транспортная. Автомобильный транспорт – один из главных источников загрязнения атмосферы углекислым газом. Автомобильными двигателями выделяется в воздух городов более 95% оксида углерода, около 65% углеводородов и 30% оксидов азота. В крупных городах доля загрязнения воздуха автотранспортом достигает 70–80% от общего уровня загрязнения, что сильно сокращает среднюю продолжительность жизни населения. Еще большую опасность для здоровья представляет так называемый фотохимический туман, возникающий в результате сложных фотохимических превращений смеси оксида углерода, углеводородов и оксидов азота в вещества, значительно более токсичные, чем исходные атмосферные загрязнения. Этот туман с влажностью около 70% получил название смога. В этой связи вторым важнейшим экологическим эффектом энергосбережения является снижение антропогенных выбросов парниковых и загрязняющих газов за счет экономии энергии, внедрения новых энергосберегающих технологий и оборудования в производствах указанных отраслей экономики.

Вредные для человека и природы антропогенные выбросы в атмосферу могут перемещаться в воздушных потоках на громадные расстояния. В конце 1977 г. в городе Киото был подписан протокол об уменьшении эмиссии парниковых газов, диоксида серы и др. в 2010 г. по сравнению с 1990 г. в среднем на 5%, и с целью выполнения этой задачи были распределены задания в процентном отношении среди государств.

Третьим эффектом энергосбережения является сохранение гидросферы. Беларусь имеет густую речную сеть, десятки тысяч водоемов: озер разной величины, прудов, водохранилищ. Однако водообеспеченность общим стоком на одного жителя в республике составляет 6,4 км³,

что в 3 раза ниже, чем в целом по СНГ. Использование воды на производственные и хозяйственно-бытовые цели неуклонно растет. Основными источниками загрязнения водоемов и водотоков вредными веществами и избытками тепла являются энергоемкие производства предприятий черной, цветной металлургии, химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, легкой промышленности, бытовые сточные воды. Экономия сжигаемого топлива, энергоносителей приводит к уменьшению загрязнения гидросферы. Большое значение имеет повышение уровня очистки воды на предприятиях, но даже очищенные сточные воды ухудшают качество природных вод. Самостоятельный аспект влияния энергетики на экологическое равновесие естественных водных систем – охрана водоемов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами при их транспортировке и хранении.

Потребление ископаемых видов топлива в мире возрастает. В XXI в. в технически развитых странах потребление энергии возрастет в 6–7 раз, каждый человек будет потреблять 15–20 т.у.т. в год. Поэтому необходимо решать проблему компенсации или устранения экологических последствий энергоиспользования. Основные направления решения этой проблемы:

1. Снижение доли энергоемких технологий во всех отраслях экономики, внедрение энергосберегающих технологий и оборудования. Кроме указанных экологических эффектов более совершенные энергосберегающие технологии обеспечивают качество, конкурентоспособность продукции, лучшие условия труда на производстве, комфортные условия быта населения. Обеспечивая лучший режим энергопотребления во времени, уменьшая риск аварийных ситуаций, переход на новые технологии способствует экологическому равновесию.

2. Безотходное и малоотходное производство, утилизация вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Безотходное производство предполагает такую организацию, при которой цикл «первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы» построен с рациональным использованием всех компонентов сырья, всех видов энергии и без нарушения экологического равновесия. Безотходное производство может быть создано в рамках предприятия, отрасли, региона, а в конечном счете – для всего народного хозяйства. Безотходное производство предполагает кооперирование предприятий с большим количеством отходов (ТЭС, металлургические

производства и т.п.) с предприятиями – потребителями этих отходов, например, предприятиями стройиндустрии. Идея безотходного и малоотходного производства означает переход от технологии очищения и разбавления отходов к принципиально новым технологиям оборотного использования (рециркуляции) природных ресурсов, что служит стабилизации и улучшению качества окружающей среды. Практическая реализация этой идеи позволяет добиться, чтобы прирост потребностей в топливе, энергии, сырье и материалах на 75–80% удовлетворялся в результате их экономии, т.е. максимального исключения потерь и нерациональных расходов. Она предусматривает вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов и попутных продуктов. Причем использование ВЭР обеспечивает тройной экологический эффект:

- сохраняются органические энергоресурсы Земли для следующего поколения, которое сможет их использовать по назначению, где им нет пока альтернативы (химическая продукция, транспорт);
- не нужно строить новые энергетические объекты, которые будут оказывать загрязняющее воздействие;
- очищается биосфера за счет сокращения или отсутствия антропогенного воздействия на нее.

3. Широкое использование возобновляемых источников энергии, спектр и значимость которых для каждой страны и региона определяется местными условиями.

4. Изменение топливного баланса – максимальное применение местных видов топлива. Для нашей республики речь может идти о древесине, прежде всего отходах деревообрабатывающей промышленности, лесозаготовок, санитарных рубок леса, а также о городских отходах. Использование древесины в энергетических целях не влияет на газовый и тепловой баланс Земли. По прогнозу Европейской экономической комиссии, к 2000 г. доля древесины и нелесной биомассы в структуре энергопотребления стран, входящих в ЕЭК, повысится до 29,5 и 12% соответственно. Кроме замещения угля, нефти, газа и устранения вредного влияния продуктов их сжигания на биосферу, применение древесных и городских отходов в качестве топлива решает проблему их утилизации и, следовательно, ликвидации источников загрязнения лесов, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, почв и растений.

5. Поиск новых, альтернативных видов топлива, новых принципов получения, передачи, преобразования энергии, при которых полезный эффект достигался бы при минимальном загрязнении биосферы.

6. Международное нормативно-правовое регулирование пользования природными ресурсами, в том числе энергетическими, и мониторинг энергетического загрязнения биосферы.

8. 2. НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Достоинства и недостатки. Во всем мире усиленно работают над практическим применением нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Их природа определяется процессами на Солнце, в глубинах Земли, гравитационным взаимодействием Солнца, Земли и Луны. На рис. 8.1 представлены виды энергии, получаемые от возобновляемых источников, способы ее преобразования. Запасы возобновляемых энергоресурсов: энергии Солнца, ветра, рек, морских приливов, недр Земли, растительных энергетических плантаций и т. д. – громадны, по существу, неисчислимы.

Установки, работающие на возобновляемых источниках, оказывают гораздо меньшее воздействие на окружающую среду, чем традиционные потоки энергии, естественно циркулирующие в окружающем пространстве. Экологическое воздействие энергоустановок на возобновляемых источниках в основном заключается в нарушении естественного ландшафта.

В настоящее время возобновляемые энергоресурсы используются незначительно. Их применение крайне заманчиво, многообещающе, но требует больших расходов на развитие соответствующих техники и технологий. При ориентации части энергетики на возобновляемые источники важно избежать необоснованной эйфории, правильно оценить их долю, технически и экономически оправданную для применения. Если принять мировой объем использования всех возобновляемых источни-

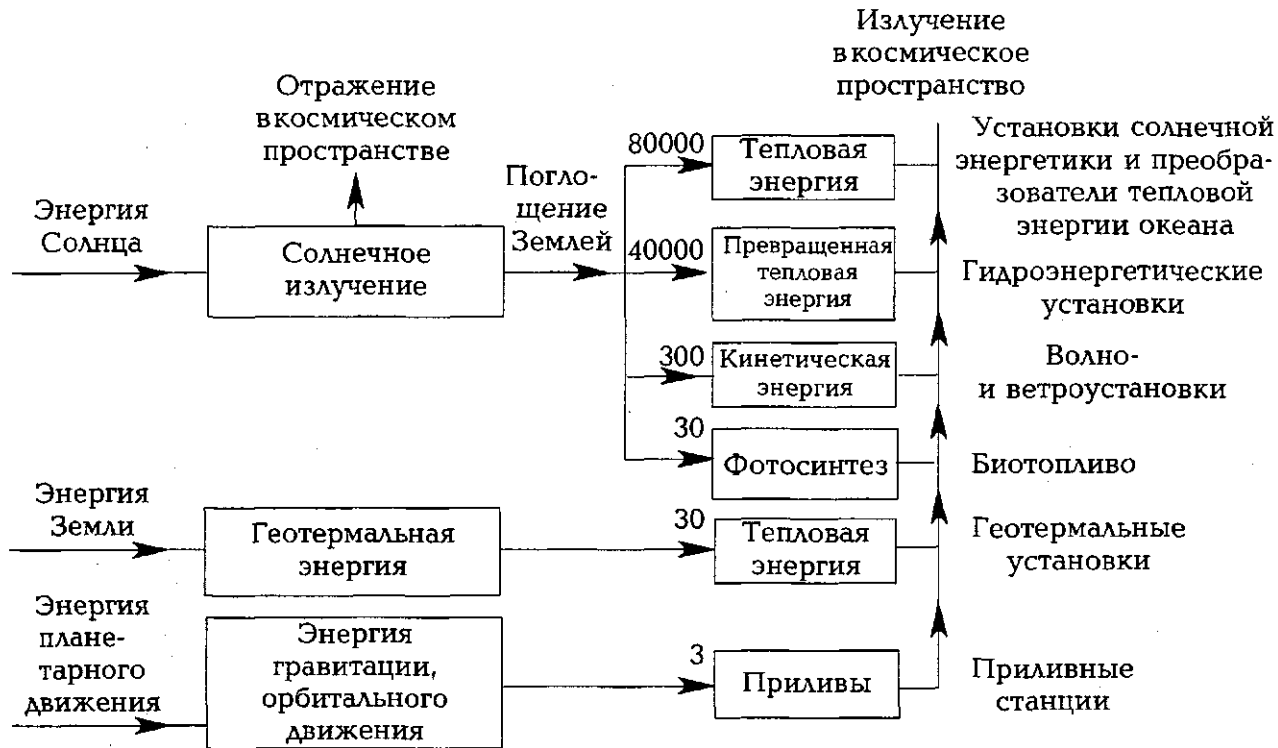


Рис. 8.1. Возобновляемые источники энергии и их использование.
Числа – мощность источника в тераваттах (10^{12} Вт).

ков энергии за 100%, то существующие минимальный и максимальный сценарии на перспективу 2020 г. оценивают долю их различных видов следующим образом: биомассы – 45–42%, солнечной энергии – 20–26%, ветровой – 16%, геотермальной – 7%, энергии малых водотоков – 9–5%, океанической энергии – 3–4%. Доля участия возобновляемых источников в покрытии суммарной мировой потребности в первичных ЭР оценивается, согласно этим прогнозам, в 3–12%.

Задача оценить, использовать потенциал возобновляемых ресурсов, найти их место в топливно-энергетическом комплексе стоит перед экономикой Беларуси. Ее решение позволит снизить зависимость экономики республики от импорта ЭР, будет способствовать ее стабильности и развитию. При планировании энергетики на возобновляемых источниках важно учесть их особенности по сравнению с традиционными невозобновляемыми. К ним относятся следующие:

- 1. Периодичность действия в зависимости от не управляемых человеком природных закономерностей** и, как следствие, колебания мощности возобновляемых источников – от крайне нерегулярных, как у ветра, до строго регулярных, как у приливов.
- 2. Низкие, на несколько порядков ниже, чем у невозобновляемых источников (паровые котлы, ядерные реакторы), плотности потоков энергии и рассеянность их в пространстве.** Поэтому энергоустановки на возобновляемых источниках эффективны при небольшой единичной мощности, и прежде всего для сельских районов.
- 3. Применение возобновляемых ресурсов эффективно лишь при комплексном подходе к ним.** Например, отходы животноводства и растениеводства на агропромышленных предприятиях одновременно могут служить сырьем для производства метана, жидкого и твердого топлива, а также удобрений.
- 4. Экономическую целесообразность использования того или иного источника возобновляемой энергии следует определять в зависимости от природных условий, географических особенностей конкретного региона, с одной стороны, и в зависимости от потребностей в энергии для промышленного, сельскохозяйственного производства, бытовых нужд, с другой.** Рекомендуется планировать энергетику на возобновляемых источниках для районов размером примерно 250 км².

При выборе источников энергии следует иметь в виду их качество, оцениваемое долей энергии, которая может быть превращена в механическую работу. С помощью электродвигателя более 95% электрической энергии можно превратить в механическую работу. Доля тепловой энергии, получаемой в результате сжигания топлива на ТЭС и превращаемой в механическую энергию, составляет около 30%. Возобновляемые источники энергии по их качеству условно делятся на три группы:

- источники механической энергии довольно высокого качества: около 30% – ветроустановки, 60% – гидроустановки, 75% – волновые и приливные станции;
- источники тепловой энергии с качеством не более 35% – прямое или рассеянное солнечное излучение, биотопливо;
- источники энергии, использующие фотосинтез и фотоэлектрические явления, имеют различное качество на разных частотах излучения; в среднем КПД фотопреобразователей составляет примерно 15%.

Основными нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии для Беларуси, могущими иметь практическое значение, являются биомасса, гидро-, ветроэнергетические ресурсы, солнечная энергия, твердые бытовые отходы, геотермальные ресурсы. Далее, характеризуя возможности различных возобновляемых ЭР, успехи их применения в мире, уделим особое внимание целесообразности их развития и использования в энергобалансе республики.

Биологическая энергия. Под действием солнечного излучения в растениях образуются органические вещества и аккумулируется химическая энергия. Этот процесс называется фотосинтезом. Животные существуют за счет прямого или косвенного получения энергии и вещества от растений. Этот процесс соответствует трофическому уровню фотосинтеза. В результате фотосинтеза происходит естественное преобразование солнечной энергии. Вещества, из которых состоят растения и животные, называют биомассой. Посредством химических или биохимических процессов биомасса может быть превращена в определенные виды топлива: газообразный метан, жидкий метанол, твердый древесный уголь. Продукты сгорания биотоплива путем естественных экологических или сельскохозяйственных процессов вновь превращаются в биотопливо. Система круговорота биомассы показана на рис. 8.2 [4].

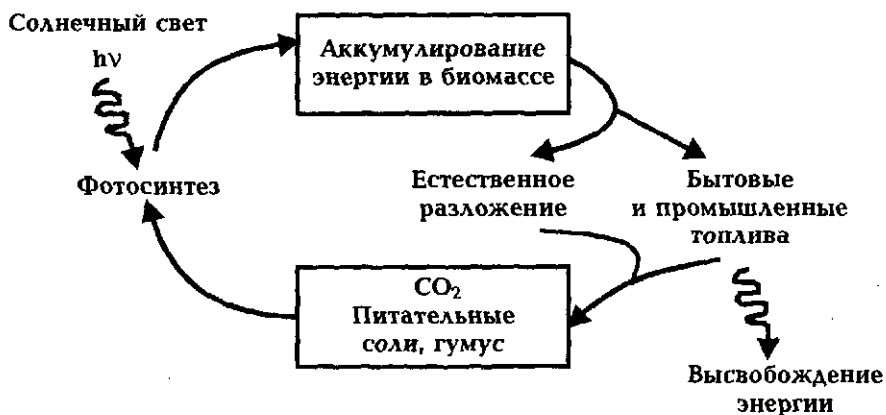


Рис. 8.2. Система планетарного круговорота биомассы.

Энергия биомассы может использоваться в промышленности, домашнем хозяйстве. Так, в странах, поставляющих сахар, за счет отходов его производства покрывается до 40% потребностей в топливе. Биотопливо в виде дров, навоза и ботвы растений применяется в домашнем хозяйстве примерно 50% населения планеты для приготовления пищи, обогрева жилищ.

Существуют различные энергетические способы переработки биомассы:

- термохимические (прямое сжигание, газификация, пиролиз);
- биохимические (спиртовая ферментация, анаэробная или аэробная переработка, биофотолиз);
- агрохимические (экстракция топлива).

Получаемые в результате переработки виды биотоплива и ее КПД приведены в таблице 8.1.

В последнее время появились проекты создания искусственных энергетических плантаций для выращивания биомассы и последующего преобразования биологической энергии. Для получения тепловой мощности равной 100 МВт потребуется около 50 м² площади энергетических плантаций. Более широкий смысл имеет понятие энергетических ферм, которое подразумевает производство биотоплива как основного или побочного продукта сельскохозяйственного производства,

Таблица 8.1.

Источник биомассы или топлива	Производимое биотопливо	Технология переработки	КПД переработки, %
Лесоразработки	теплота	сжигание	70
Отходы переработки древесины	теплота газ нефть уголь	сжигание пиролиз	70 85
Зерновые	солома	сжигание	70
Сахарный тростник, сок	этанол	сбраживание	80
Сахарный тростник, отходы	жмых	сжигание	65
Навоз	метан	анаэробное (без доступа воздуха) разложение	50
Городские стоки	метан	анаэробное разложение	50
Мусор	теплота	сжигание	50

лесоводства, речного и морского хозяйства, промышленной и бытовой деятельности человека.

В климатических условиях Беларуси с 1 га энергетических плантаций собирается масса растений в количестве до 10 т сухого вещества, что эквивалентно примерно 5 т. у. т. При дополнительных агроприемах продуктивность 1 га может быть повышена в 2–3 раза. Наиболее целесообразно использовать для получения сырья выработанные торфяные месторождения, площадь которых в республике составляет около 180 тыс. га. Это может стать стабильным экологически чистым и биосферно совместимым источником энергетического сырья.

Биомасса – наиболее перспективный и значительный возобновляемый источник энергии в республике, который может обеспечивать до 15% ее потребностей в топливе. В таблице 8.2 указана структура и оценка его потенциала.

Таблица 8.2.

Вид биотоплива	Потенциал
Древесное топливо, включая отходы лесопользования и переработки	Около 3,0 млн.т.у.т./год (2,1 млн. т.н.э./год) + экологический эффект
Отходы растениеводства, фитомасса	До 2,0 млн.т.у.т./год (1,4 млн. т.н.э./год) + экологич.эффект + удобрения
Бытовые органические отходы	Около 472 тыс.т.у.т./год (330 тыс. т.н.э./год)
Технически возможный потенциал (без выращивания специальных быстрорастущих деревьев и высокоурожайных растений) – 7,05 млн. т.у.т./год (4,93 млн. т.н.э./год)	
Экономически целесообразный потенциал в настоящий период (в основном древесное топливо) – 3,58 млн. т.у.т./год (2,5 млн. т.н.э./год)	

Весьма многообещающе для Беларуси использование в качестве биомассы отходов животноводческих ферм и комплексов. Получение из них биогаза может составить около 890 млн. м³ в год., что эквивалентно 160 тыс. т.у.т. Энергосодержание 1 м³ биогаза (60–75% метана, 30–40% углекислого газа, 1,5% сероводорода) составляет 22,3 МДж, что эквивалентно 0,5 м³ очищенного природного газа, 0,5 кг дизельного топлива, 0,76 кг условного топлива. Сдерживающим фактором развития биогазовых установок в республике являются продолжительные зимы, большая металлоёмкость установок, неполная обеззараженность органических удобрений. Важным условием реализации потенциала биомассы является создание соответствующей инфраструктуры – от заготовки, сбора сырья до доставки конечной продукции потребителю. Биоэнергоустановку рассматривают в первую очередь как установку для производства органических удобрений и попутно – для получения биотоплива, позволяющего получить тепловую и электрическую энергию.

Гидроэнергетические ресурсы. Гидроэнергетика – это область наиболее развитой на сегодня энергетики на возобновляемых ресурсах.

использующая энергию падающей воды, волн (амплитуда волн в некоторых районах мирового океана достигает 10 м) и приливов. Цель гидроэнергетических установок – преобразование потенциальной энергии воды в механическую энергию вращения гидротурбины. В главе 3 были рассмотрены принципы работы гидроэлектростанций (ГЭС) и гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), указаны их характеристики и роль в энергосистеме.

Преобразование гидроэнергии в электрическую стало возможным в конце XIX в. Крупные гидроэлектростанции начали строиться на рубеже XIX и XX вв. Наносимый окружающей среде их водохранилищами ущерб: уничтожение флоры, фауны, плодородных земель в результате затопления, климатические изменения, потенциальная угроза землетрясений и др., заиливание гидротурбин, их коррозия, большие капитальные затраты на сооружение – вот наиболее сложные проблемы, связанные с сооружением и эксплуатацией ГЭС. Гидроэнергетический потенциал всех рек мира оценивается в 2857 ГВт, приливов – в 13 ГВт. Маловероятно, что когда-либо он будет полностью освоен. В ближайшие десятилетия установленная мощность ГЭС в целом будет расти при одновременном снижении их доли в суммарной выработке электроэнергии в мире. Вырабатываемую ГЭС энергию легко регулировать, и она преимущественно используется для покрытия пиковой части графика нагрузки энергосистем с целью улучшения работы базисных электростанций (ТЭС, КЭС, АЭС).

Гидроресурсы Беларуси оцениваются в 850–1000 МВт. Однако практически реализуемый потенциал малых рек и водотоков составляет едва ли 10% этой величины, что эквивалентно экономии 0,1 млн. т. у.т. Для достижения большего пришлось бы затопить значительные площади из-за равнинного характера рек.

К концу 60-х гг. в Беларуси эксплуатировалось около 180 малых ГЭС (МГЭС) общей мощностью 21 МВт. В настоящее время осталось лишь 6 действующих МГЭС. Основные направления развития гидроэнергетики республики: восстановление старых МГЭС путем капитального ремонта и частичной замены оборудования; сооружение новых МГЭС на водохранилищах неэнергетического (комплексного) назначения, на промышленных водосбросах; строительство бесплотинных ГЭС на реках со значительным расходом воды. Работы по восстановлению

МГЭС уже начаты. В 1992 г. пущена Добромысленская ГЭС (Витебская область). Готовятся к запуску еще несколько МГЭС в Минской, Витебской и Гродненской областях.

ГАЭС предполагается соорудить для использования избыточной мощности при снижении потребления электроэнергии в ночное время и нерабочие дни при вводе в Белорусской энергосистеме энергоисточников на ядерном топливе.

Ветроэнергетические ресурсы. Энергия ветра на Земном шаре оценивается в 175–219 тыс. ТВт·ч в год. Это примерно в 2,7 раза больше суммарного расхода энергии на планете. Постоянные воздушные течения к экватору со стороны северного и южного полушарий образуют систему пассатов. Существуют периодические движения воздуха с моря на сушу и обратно в течение суток (бризы) и года (муссоны). Полезно может быть использовано лишь 5% указанной величины энергии ветра. Используется же значительно меньше. Выявим причины этого и перспективы развития ветроэнергетики.

Наиболее эффективный способ утилизации энергии ветра – производство электроэнергии. В ветроэнергетической установке (ВЭУ) кинетическая энергия движения воздуха превращается в энергию вращения ротора генератора, который вырабатывает электроэнергию. Выходная мощность установки пропорциональна площади лопастей ветрового ротора и скорости ветра в кубе. Поэтому ВЭУ большой мощности оказываются крупногабаритными, ведь скорость ветра в среднем бывает небольшой. Для защиты от разрушения сильными случайными порывами ветра установки проектируются со значительным запасом прочности. Трудности в использовании ВЭУ связаны с непостоянством скорости ветра. Приходится управлять частотой вращения ветроколеса и согласовывать ее с частотой вращения электрогенератора. Кроме того, в периоды безветрия электроэнергия не производится. Для исключения перерывов в электроснабжении ВЭУ должны иметь аккумуляторы энергии. Крупномасштабное применение ВЭУ в каком-то одном районе может вызвать значительные климатические изменения, испортить ландшафт. ВЭУ создают шум и электромагнитные помехи.

Научные разработки и исследования ориентированы на использование ВЭУ по двум направлениям: в региональных энергосистемах и для местного (автономного) энергоснабжения. Функционируют ВЭУ

мощностью до 200 кВт, и созданы установки мощностью 3–4 МВт. Срок службы таких генераторов около 20 лет. Стоимость вырабатываемой ими электроэнергии будет меньше, чем ТЭС на жидком топливе. Устанавливаться такие ВЭУ могут на открытых равнинных местах. Ветроустановки мощностью от 10 до 100 кВт для автономного энергоснабжения жилых помещений, ферм и других потребителей могут применяться в странах с высоким жизненным уровнем.

Обратим внимание на современные способы применения энергии ветра в механических целях:

- гоночные яхты, паромы, большие суда для перевозки грузов с автоматизированным управлением парусами;
- ветряные мельницы;
- водяные насосы мощностью до 10 кВт, приводимые в движение ветроколесом и используемые в сельском хозяйстве.

Территория Республики Беларусь находится в умеренной ветровой зоне. Стабильная скорость ветра составляет 4–5 м/с и соответствует нижнему пределу устойчивой работы отечественных ВЭУ. Это позволяет использовать лишь 1,5–2,5% ветровой энергии. К зонам, благоприятным для развития ветроэнергетики, со среднегодовой скоростью ветра выше 5–5,5 м/с, относится 20% территории страны. Поэтому ветроэнергетику можно рассматривать в качестве вспомогательного энергоресурса, решающего местные проблемы, например, отдельных фермерских хозяйств. По некоторым оценкам, возможная установленная мощность ВЭУ к 2010 г. в республике может составить 1500 кВт.

Основным направлением использования ВЭУ в нашей республике на ближайший период будет применение их для привода насосных установок и как источников энергии для электродвигателей. Перспективны ВЭУ в сочетании с МГЭС для перекачки воды. Готовится к серийному выпуску ветроустановка мощностью 5–8 кВт, устойчиво работающая при скорости ветра 3,5 м/с. Разрабатывается и готовится к испытаниям более мощная ВЭУ с горизонтальным ветроколесом.

Автономные ВЭУ обязательно должны комплектоваться резервными дизельными источниками электроэнергии или аккумуляторными батареями.

Солнечная энергия. Лучистая энергия Солнца, поступающая на Землю, – практически неисчерпаемый источник. Огромная энергия

образуется на Солнце за счет синтеза легких элементов – водорода и гелия.

Известно два направления использования солнечной энергии. Наиболее реальным, находящим относительно широкое распространение в таких странах, как Австралия, Израиль, США, Япония, является преобразование солнечной энергии в тепловую и использование в нагревательных системах. Второе направление – системы прямого и косвенного преобразования в электрическую энергию.

Солнечные нагревательные системы могут выполнять ряд функций:

- подогрев воздуха, воды для отопления и горячего водоснабжения зданий;
- сушку пшеницы, риса, кофе, других сельскохозяйственных культур, лесоматериалов для предупреждения их поражения насекомыми и плесневыми грибами;
- поставку теплоты для работы абсорбционных холодильников;
- опреснение воды в солнечных дистилляторах;
- приготовление пищи;
- привод насосов.

На рис. 8.3 [4] представлены принципиальные схемы трех из большого числа конструкций нагревателя воды, отличающихся по эффек-

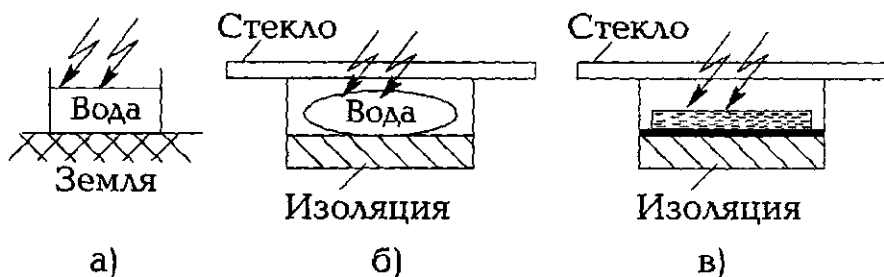


Рис. 8.3. Приемники солнечного излучения: а – открытый резервуар на поверхности Земли; тепло уходит в Землю; б – черный резервуар в контейнере со стеклянной крышкой с изолированным дном; в – заполненная водой металлическая плоская емкость; стандартный промышленный приемник: нагреваемая жидкость протекает через него и накапливается в специальном резервуаре.

тивности и стоимости. На рис. 8.4 [4] приведена одна из возможных конструкций воздушных нагревателей. Для отопления зданий зимой могут применяться так называемые пассивные и активные солнечные системы. На рис. 8.5а [4] показан пассивный солнечный нагреватель: солнечные лучи попадают на заднюю стенку и пол здания, представляющие собой массивные конструкции с усиленной теплоизоляцией, окрашенные в черный цвет. Недостаток такой системы прямого нагрева – медленный подъем температуры в зимние дни и чрезмерная жара летом – устраняется с помощью накопительной стенки с солнечной стороны (рис. 8.5б) [4]. Стенка работает как встроенный воздушный нагреватель с тепловой циркуляцией. Летом такую стену может затенять козырек крыши. Активные солнечные отопительные системы используют внешние нагреватели воздуха или воды. Их можно устанавливать уже на существующие здания. В странах с жарким климатом широко используются серийно выпускаемые солнечные системы для горячего водоснабжения, отопления, кондиционирования жилых домов, школ, больниц. Для жилого дома эти системы включают в себя солнечный коллектор, концентрирующий солнечную энергию и аккумулирующий ее в форме тепловой энергии воды, циркулирующей по трубкам коллектора, и бойлер, устанавливаемый на крыше; движение воды в системе может осуществляться благодаря термосифонному эффекту или действию насоса. Для теплоснабжения больниц и других общественных зданий эффективным оказывается применение комбинированных систем, состоящих из традиционного водяного или парового котла, работающего на органическом топливе, и солнечной нагревательной установки, предусматривающей систему плоских и (или) параболических

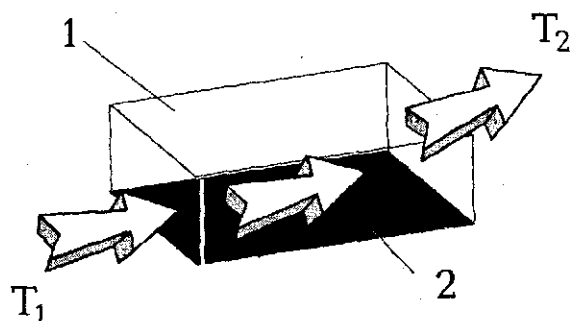


Рис. 8.4. Воздушный нагреватель:
1 – стеклянное покрытие;
2 – шероховатая черная поглощающая поверхность.

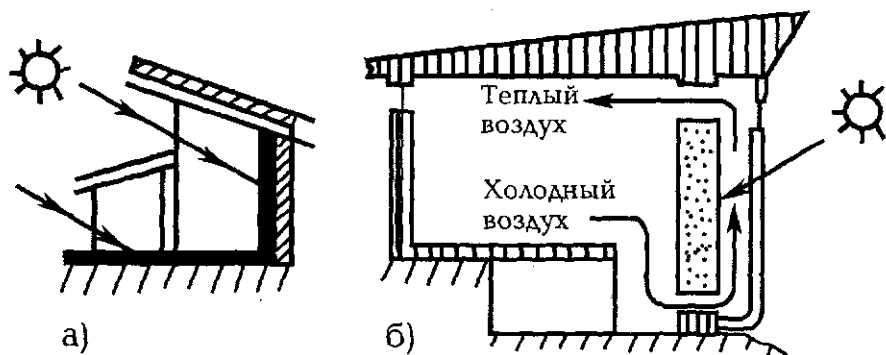


Рис. 8.5. Пассивные солнечные нагреватели: а – прямой нагрев задней стенки здания; использованы массивные, окрашенные в черный цвет поверхности с усиленной теплоизоляцией для поглощения и накопления солнечной теплоты; б – здание с накопительной стенкой.

коллекторов. Это обеспечивает независимость от погоды и повышает надежность и экономичность теплоснабжения. Используется солнечная энергия для работы тепловых насосов и холодильных установок.

В системах непрямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую – на гелиотермических (солнечных тепловых) электростанциях солнечная энергия, аналогично энергии органического топлива на ТЭС, превращается в тепловую энергию рабочего тела, например, пара, а затем в электрическую. Можно создать гелиотермические электростанции мощностью до нескольких десятков-сотен мегаватт.

В настоящее время существует определенный опыт строительства и эксплуатации солнечных тепловых электростанций, например, в Южной Калифорнии, в Крыму. Так, солнечная электростанция с паросиловым циклом мощностью 90 МВт с солнечным полем площадью 450,000 м² имеет общий КПД по тепловой и электрической энергии – 38%. Лучшими технико-экономическими характеристиками обладает тепловая электростанция с интегрированным солнечно-комбинированным циклом, принципиальная схема которой дана на рис. 8.6. Она включает газотурбинную установку, работающую на традиционном органическом топливе, и паротурбинную установку, приводимую в действие потоками пара высокого и низкого давления. Энергия этих потоков пара

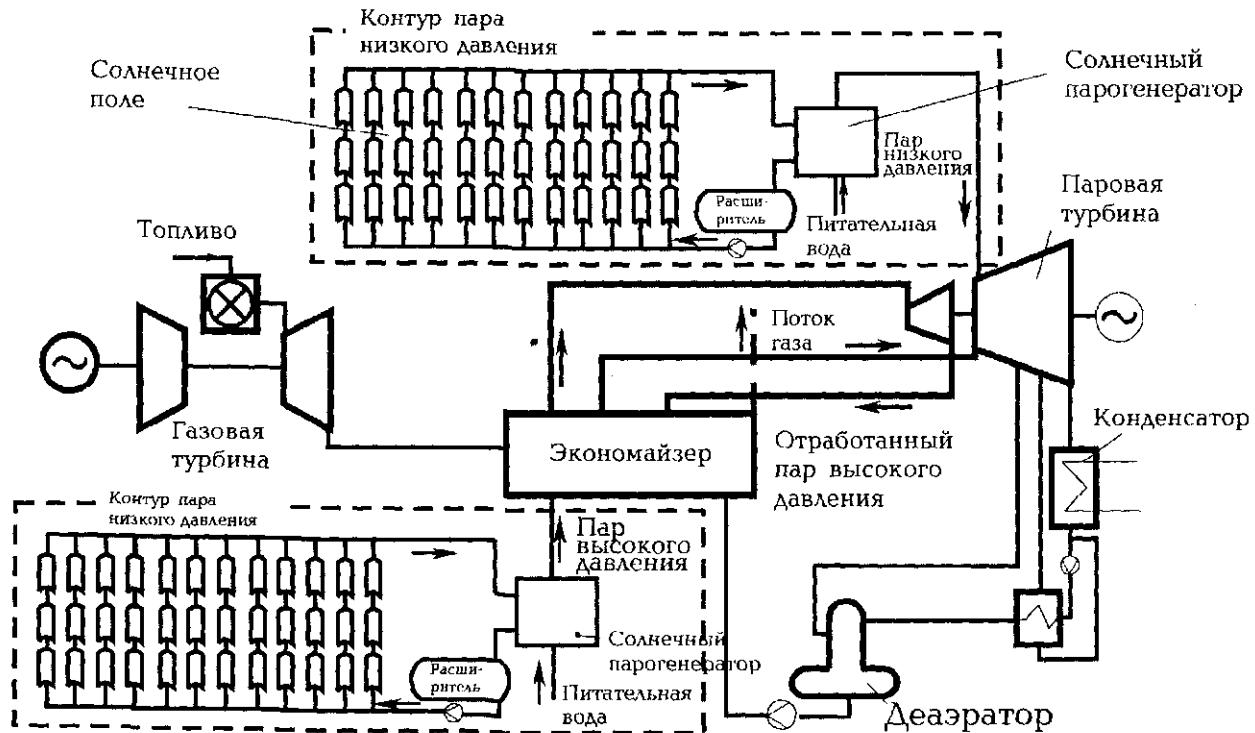


Рис. 8.6. Принципиальная схема солнечной тепловой электростанции с интегрированным солнечно-комбинированным циклом.

получена преобразованием энергии Солнца соответственно в контурах высокого и низкого давления. Основными элементами контуров являются устройства солнечного поля (коллектор из параболических зеркал и системы паропроводов, системы слежения и управления) и парогенераторы. Эффективность станции повышается за счет утилизации в экономайзере тепла потоков отработанных газа и пара высокого давления. Подобная гелиотермическая электростанция с интегрированным циклом мощностью 90 МВт при площади солнечного поля 200,000 м² позволяет увеличить общий КПД до 50%. Кроме того, при интегрированном цикле достигается определенная независимость от изменений характеристик солнечной радиации из-за погоды и времени суток и года.

Альтернативный вариант – солнечные электростанции башенного типа. На них системы плоских зеркал, расположенные на большой площади, отражают солнечные лучи на центральный теплоприемник на вершине башни (рис. 8.7) [13]. К сожалению, КПД преобразования солнечной энергии в электрическую на башенных электростанциях

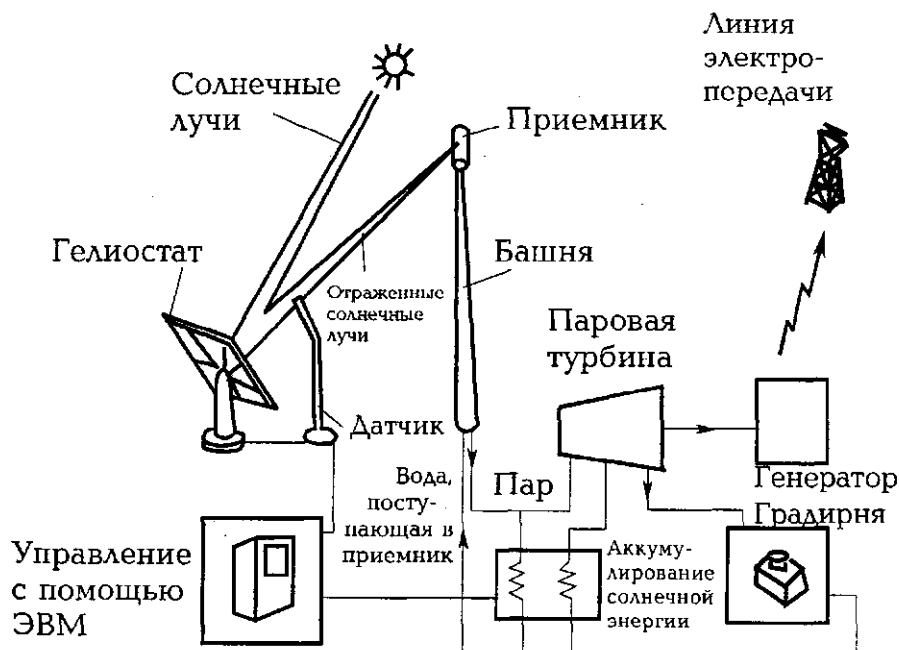


Рис. 8.7. Схема солнечной электростанции башенного типа.

составляет не более 10%, а стоимость получаемой электроэнергии несопоставима с ее стоимостью на ТЭС и даже АЭС. Ввиду непостоянства солнечного излучения в течение суток и времени года для обеспечения круглосуточного энергоснабжения от солнечной электростанции требуется аккумуляирование энергии. В этой связи рациональна совместная работа гелиотермической и гидроаккумулирующей электростанций.

Заманчиво и многообещающе прямое превращение солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных элементов (фотоэлементов), в которых используется явление фотоэффекта. В настоящее время наиболее совершенны кремневые фотоэлементы. Их КПД, однако, как уже указывалось, составляет не более 15%, и они очень дороги.

Практические области применения фотоэлектрического преобразования солнечной энергии сегодня:

- уличное освещение, зарядные устройства, потребительские товары (фотоаппараты, калькуляторы, часы и т.д.);
- электромобили;
- автономные потребители (0,01–10 кВт): насосы, ирригация, холодильники, вентиляторы, аэрация водоемов, мобильные сельскохозяйственные установки, энергообеспечение домов (рис. 8.8), системы телекоммуникации и сигнализации;
- так называемые солнечные дома, имеющие солнечные модули (1–20 кВт) на крышах, объединенные с энергосистемой;
- центральные солнечные станции (50–5000 кВт), снабжающие энергией поселки и небольшие города.

Что касается крупных электростанций, то предложено два варианта реализации принципа фотоэлектрического преобразования. Первый заключается в создании солнечных станций на искусственных спутниках Земли, оборудованных солнечными панелями из фотоэлементов площадью от 20 до 100 км² в зависимости от мощности станции. Выбатываемая на спутниках электроэнергия будет преобразовываться в электромагнитные волны в микроволновом диапазоне частот, направляться на Землю, где приниматься приемной антенной (рис. 8.9) [14]. Второй вариант предполагает монтаж сборных панелей солнечных фотоэлектрических элементов в малонаселенных и малоиспользуемых пустынных районах Земли. Для реализации этих проектов предстоит

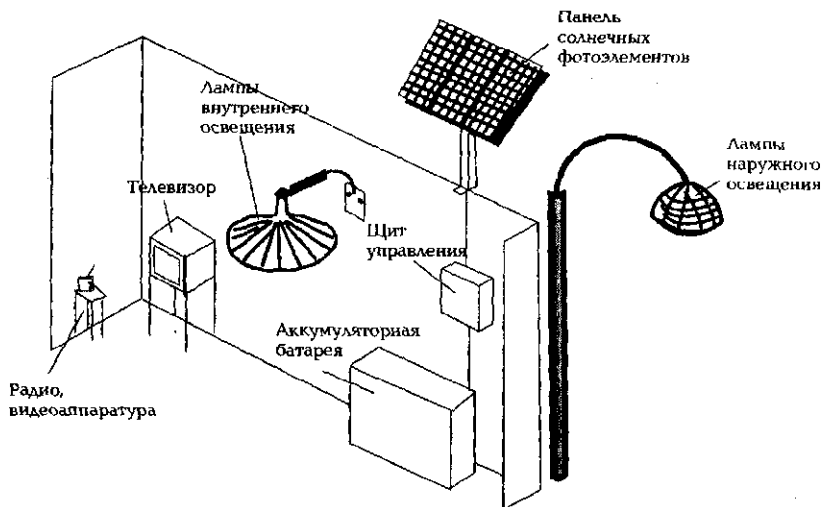


Рис. 8.8. Фотозлектрическая солнечная установка для энергообеспечения дома в сельской местности.

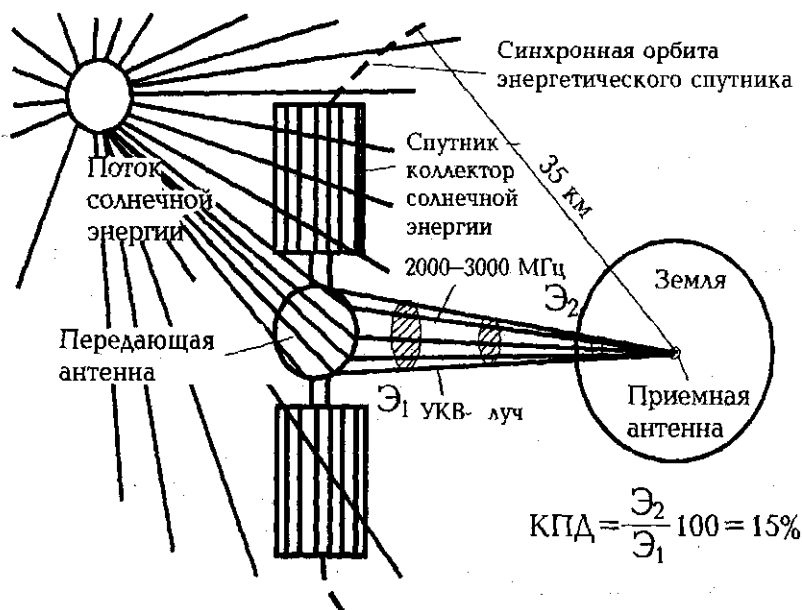


Рис. 8.9. Схема солнечной электростанции на искусственном спутнике.

провести большой объем научных исследований и решить серьезные научно-технические проблемы.

Для территории Беларуси свойственны относительно малая интенсивность солнечной радиации и существенное изменение ее в течение суток и года. В этой связи необходимо отчуждение значительных участков земли для сбора солнечного излучения, весьма большие материальные и трудовые затраты. По оценкам, для обеспечения потребностей Беларуси в электроэнергии при современном техническом уровне требуемая площадь фотоэлектрического преобразования составляет 200–600 км², т.е. 0,1–0,3% площади республики. Появились предложения об использовании территории Чернобыльской зоны для строительства площадок солнечных и ветровых электростанций.

Для нашей республики реально использование солнечной энергии для сушки кормов, семян, фруктов, овощей, подъема и подогрева воды на технологические и бытовые нужды. В результате возможная экономия ТЭР оценивается всего в 5 тыс. т.у.т./год. В республике начат выпуск гелиоводонагревателей и уже накоплен некоторый опыт их эксплуатации.

Геотермальные ресурсы. В ядре Земли максимальная температура достигает 4000 °С. Земля непрерывно отдает теплоту, которая восполняется за счет распада радиоактивных элементов. Выход теплоты через твердые породы суши и океанского дна происходит за счет теплопроводности и реже – с потоками расплавленной магмы при извержении вулканов, с потоками воды горячих ключей и гейзеров.

Термальные воды широко применяются для отопления и горячего водоснабжения в ряде стран: Исландии, Австралии, Новой Зеландии, Италии. Столица Исландии Рейкьявик почти полностью обогревается теплотой подземных вод.

В Новой Зеландии, Италии, США работают геотермальные электростанции (ГеоТЭС). Теплота из недр Земли на этих станциях поступает с паром, извлекаемым через пробуренные скважины или естественные трещины и расщелины. Со временем давление и температура в скважине падают, поверхность вокруг нее на площади в 6 км² оседает, производительность убывает. Чтобы предотвратить этот процесс, под землю под высоким давлением должна закачиваться вода, что связано с риском возникновения землетрясений.

Температурные условия недр территории Беларуси изучены недостаточно. По предварительным данным, наиболее благоприятные условия для образования термальных вод имеются в Припятской впадине. Температура воды на устье скважин составляет 35–50 °С. Относительно низкая температура вод, большая глубина залегания (2000–3000 м), их высокая минерализация (330–450 г/дм³), низкий дебит скважин (100–150 м³/сутки) не позволяют в настоящее время рассматривать термальные воды в качестве заслуживающего внимания источника энергии.

Твердые бытовые отходы. В жилых и общественных зданиях (школах, вузах, детсадах, магазинах, столовых и т.д.) образуются твердые бытовые отходы (ТБО). Содержание органического вещества в них составляет 40–75%, углеводов – 35–40%, зольность – 40–70%. Количество горючих компонентов в ТБО равно 50–88%. Их теплотворная способность – 800–2000 ккал/кг. Бытовые отходы содержат также трудно разлагаемые химические элементы, в их числе хлорорганические и токсичные. В большой степени ТБО обогащены кадмием, оловом, свинцом и медью.

В мировой практике получение энергии из ТБО осуществляется сжиганием или газификацией. В Японии, Дании, Швейцарии сжигается около 70% твердых бытовых отходов, остальная часть складировается на полигонах или компостируется. В США сжигается около 14% ТБО, в Германии – 30%, Италии – 25%. В Республике Беларусь общий энергетический потенциал ТБО оценивается в 20–23 млн. т.у.т., из них только 8–10% перерабатывается и используется в производстве. Ежегодно накапливается 2,4 млн. тонн ТБО с потенциальной энергией 470 тыс. т.у.т. Учитывая бедность республики энергетическими ресурсами, необходимо вовлечь ТБО в ее энергопотенциал путем применения прогрессивных технологий, заимствованных из опыта других стран, либо развернуть исследования и создать собственные технологии переработки ТБО.

Общая оценка. Как видно, общие возможности экономии ТЭР за счет применения нетрадиционных и возобновляемых источников для условий РБ ограничены. Их потенциал оценивается в 6,1–10,4 млн. т.н.э. (8,7–14,9 млн. т.у.т.) в год, т.е. около 0,5–1% общих потребностей Беларуси в ТЭР. Основными потребителями возобновляемых энергоресурсов могут стать объекты сельского хозяйства. **Возобновляемые источники энергии могут решать в основном локальные задачи энер-**

гообеспечения и служить необходимым дополнением к традиционной энергетике на органическом топливе и ядерной энергетике. Следует подчеркнуть возможность и важность поиска новых идей, оригинальных решений в области нетрадиционной возобновляемой энергетике. На правительственном уровне в РБ приняты решения, создавшие благоприятные условия для развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии, в частности, энергосистема обязана принимать электроэнергию, выработанную ими, и тариф на нее превышает в 2,4 раза среднюю себестоимость по республике.

8.3. ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

Вторичные (побочные) энергоресурсы (ВЭР) – это носители энергии, образующиеся в ходе производства, т.е. «энергетические отходы», которые могут быть повторно использованы для получения энергии вне основного технологического процесса. К ним относятся отработанные горючие органические вещества, городские и промышленные отходы, горячие отработанные теплоносители, отходы сельскохозяйственного производства. Принято классифицировать ВЭР на три типа:

- 1. Горючие ВЭР** – отходы, содержащие углеродные и углеводородные включения: доменный газ, городской мусор, органические отработанные растворители и т.д.
- 2. Тепловые ВЭР** – любые теплоносители, имеющие температуру выше температуры окружающей среды, способные передать тепло для последующего использования: горячие газы и жидкости, являющиеся промежуточными или сбросными в данном технологическом процессе.
- 3. ВЭР избыточного давления:** газы и жидкости под давлением, которое можно использовать перед их сбросом в окружающую среду.

Кроме того, по степени концентрации энергии различают источники ВЭР:

- 1) высокопотенциальные,** прежде всего тепловые ВЭР высокотемпературных (400–1000 °С) технологий, связанных с нагревом,

плавкой, обжигом, термообработкой или возгонкой; величина потерь энергии с уходящими дымовыми газами от нагревательных термических потерь доходит до 70%;

- 2) **среднепотенциальные** – дымовые газы, конденсат, отработанный пар, продуктовые потоки с температурой выше 120 °С;
- 3) **низкопотенциальные** – системы оборотного водоснабжения, охлаждения с изменением температуры воды на 5–10 °С, сбросы пара давлением 1–1,5 атм в атмосферу, бытовые стоки, уходящие газы температурой 100–150 °С, вентиляционные выбросы.

Энергетический потенциал ВЭР реализуется в утилизационных установках и системах, к которым относятся котлы-утилизаторы, теплообменники, печи, газотурбины, системы оборотного водоснабжения для снижения расхода технологической воды, тепловые насосы и т.д.

В настоящее время повышение уровня использования ВЭР включено в перечень мероприятий по энергосбережению, имеющих приоритетное значение в республике. Согласно правительственному решению, проведена инвентаризация имеющихся ВЭР и разработаны предложения по экономически целесообразному их использованию, утверждено положение о взаиморасчетах между теплоснабжающими организациями и поставщиками утилизируемой теплоты ВЭР в системы централизованного теплоснабжения. Общий энергетический потенциал ВЭР весьма велик и оценивается в интервале 1,9–3,1 млн. т.у.т. в год. Однако для вовлечения его в энергетический баланс республики необходимы значительные капитальные вложения, связанные с внедрением энергосберегающего оборудования и технологий. Факторами, затрудняющими использование ВЭР, являются также непостоянство их как источника энергии определенных параметров и несовпадение режимов работы установок, производящих ВЭР, с режимами спроса на тепловую энергию. В связи с этим в схемах использования ВЭР должны найти широкое применение аккумуляторы теплоты.

В топливно-энергетическом балансе производственного потребления промышленных предприятий Беларуси около 18% составляет непосредственное использование топлива (0,3 млн. т.у.т. в год) в технологических процессах (печи, сушилки, термические аппараты и т.п.). КПД этих процессов колеблется в пределах от 8 до 25%, а уходящие дымовые газы имеют высокий энергетический потенциал, оцениваемый при-

мерно в 150 тыс. т.у.т. При его использовании только на 50% возможно получение дополнительной тепловой энергии в количестве около 0,7 млн. Гкал в год. Поэтому на период до 2005 г. на предприятиях промышленности приоритетным направлением использования ВЭР следует принять утилизацию высокопотенциального тепла уходящих дымовых газов от нагревательных и термических печей.

Использование тепловой энергии уходящих газов производится в два этапа: регенерацией (возвратом) газов в первоначальный процесс и преобразованием энергии газов в котлах-утилизаторах в более удобный для потребления вид: энергию пара или горячей воды. Применение полученной теплоэнергии аналогично поступающей из котельной или теплоцентрали. Конструктивно котел-утилизатор представляет собой теплообменник типа «газ-вода» с системой подготовки и подачи питательной воды, сбора перегретого пара, устройствами управления потоком уходящих газов и очистки внутренних поверхностей. Альтернативным вариантом сбережения энергии высокопотенциальных уходящих газов является замена нагревательных и термических газовых печей отечественного производства с КПД 2,5–8% на зарубежные, оборудованные рекуператорами, с КПД 30%.

Вторым по значимости источником ВЭР на промышленных предприятиях является тепло конденсата. За счет оснащения потребляющего пар оборудования конденсатоотводчиками и использования тепла конденсата для подогрева воды на горячее водоснабжение можно снизить расход тепловой энергии на величину, эквивалентную 42 тыс. т.у.т.

К способам использования низкопотенциальных ВЭР на предприятиях относятся предварительный подогрев воздуха в системах вентиляции, воды для горячего водоснабжения и автономных систем отопления.

Реализация указанных направлений утилизации ВЭР в промышленности влечет за собой необходимость модернизации схем теплоснабжения самих предприятий и прилегающих потребителей, включая жилые комплексы.

Все более широкое применение для утилизации ВЭР в производственной и непроизводственной сферах находят теплонасосные установки.

8.4. МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Республика Беларусь относится к странам, геологическая структура которых характеризуется крайне бедными природными топливными ресурсами. Лишь 15–18% потребностей республики обеспечиваются местными запасами топлива, объем и степень освоения которых приведены в таблице 8.3 [10].

Таблица 8.3.

Вид топлива	Объем, в млн. т.у.т.	Степень освоения
1. Нефть	2,9–3,0	извлекаемость из недр – 30% отсутствует технология использования то же освоено производство совершенствуется технология использования
2. Попутные газы	0,30–0,55	
3. Горючие сланцы (запасы)	1 млрд.т	
4. Бурые угли	1,2	
5. Торф	0,15–1,6	
6. Дрова и отходы древесины	5,5–6,0	

Запасов природного газа не обнаружено. Нефть Гомельской области, торф юга республики, древесина в общем энергобалансе не превышают 10% и в основном ориентированы на бытовой сектор. Открыты месторождения бурых углей и сланцев, промышленные запасы которых составляют около 15 годовых потребностей республики, но низкая теплота сгорания и высокая зольность, большое содержание вредных примесей исключают возможность их использования в большой энергетике. Проблематично и применение газификации и гидролиза для повышения качества топлива из этого сырья ввиду высокой энергоемкости этих технологий. Бурые угли в брикетах, особенно с торфом, могут использоваться как коммунально-бытовое топливо, что покрыло бы не более 7% потребностей на эти цели. Кроме того, добыча бурых углей связана с экологическими проблемами в зоне их залегания – белорусском Полесье: необходимо удаление верхнего слоя почвы и лесов, что нанесет невосполнимый ущерб природе. Торф в основном используется как удобрение для сельскохозяйственных нужд. Основным реальным и экономически целесообразным источником замещения части импортируемого топлива в Беларуси является древесная масса: отходы

деревообрабатывающего производства, маломерная и сухостойная древесина, кустарники и т.п. Используя ее в качестве топлива, можно ежегодно экономить до 2,5 млн. т.у.т. Сегодня доля древесных отходов в потреблении первичных топливных ресурсов республики составляет 2,8%, в будущем ее можно удвоить.

Использование всех возможных местных топливных ресурсов в Беларуси, согласно экспертным оценкам, в перспективе способно заменить ежегодно 2,1–2,3 млн. т нефти.

Древесные отходы как топливо обладают целым рядом положительных качеств:

- низкое содержание серы и малая зольность (1–2%);
- возможность сжигания отходов с содержанием влаги до 55–60%;
- меньшая эмиссия двуокиси углерода и низкая коррозионная агрессивность дымовых газов;
- возможность конденсации влаги дымовых газов и утилизации скрытой теплоты парообразования;
- низкая цена в сравнении с ископаемым топливом;
- возможность наращивания объемов ресурсов;
- использование древесных отходов как топлива адаптируется к существующим технологиям энергопроизводства; конечной продукцией их преобразования могут являться теплоносители в виде пара, горячей воды, электроэнергии, моторного топлива.

Таким образом, применение отходов лесозаготовок и деревообрабатывающей промышленности в качестве энергетического топлива – эффективное средство улучшения экологической ситуации и снижения себестоимости производимой энергии.

Имея ввиду распределенность энергетического ресурса древесных отходов по территории республики, организация его использования требует создания единой в технологическом отношении системы с развитой инфраструктурой. Эта система включает следующие обязательные элементы:

- **цепь технологий** от заготовки топливного сырья до использования его в энергопроизводящих агрегатах;
- **эффективные технические средства**, в которых осуществляются эти технологии;
- **предприятия по заготовке топлива**, включая его переработку,

подсушку, хранение и доставка потребителям;

- **развитая сеть потребителей**, заинтересованных экономически и экологически в замене традиционных видов топлива (угля, мазута, газа) на древесные отходы;
- **комплексы технических средств у потребителей для хранения резерва, подачи и эффективного использования** древесного топлива.

Цены на биотопливо на мировом рынке существенно выше, чем на ископаемые виды топлива, что связано с довольно затратным и энергоёмким процессом его подготовки до торговой кондиции. Отметим наличие определенных стандартов на качество энергетической продукции. Рыночные цены на древесную щепу превышают цену на уголь при существующих технологиях в 3–3,5 раза. Создание в Беларуси упомянутой системы использования древесных отходов с развитыми инфраструктурами, оснащенной современными техническими средствами, позволит обеспечить, с одной стороны, высокое качество древесного топлива, с другой – потребность в производстве большого тиража технических средств белорусского производства (погрузчики, конвейеры, пневмотранспортные установки, бункеры, рубильные машины, агрегаты для сушки, автоматизированные котлы и т.д.), что повысит рентабельность производства древесного топлива и понизит его себестоимость. И то, и другое будет способствовать конкурентоспособности древесного топлива на внутреннем и мировом рынках.

Потенциальными потребителями топлива из древесных отходов являются:

- **деревообрабатывающие предприятия**, аккумулирующие и производящие эти отходы и имеющие весьма энергоёмкое производство;
- **фермы, теплицы, санитарно-оздоровительные комплексы, школы, коттеджи и т.п.**, размещенные вблизи мест образования древесных отходов;
- **частные потребители.**

В Беларуси осуществляется программа строительства малых, мини-ТЭЦ и новых котельных на древесных отходах, реконструкции действующих котельных с переводом их на древесное топливо. Объем отходов деревопереработки, лесозаготовок, санитарных рубок

леса составляет энергетический потенциал, на базе которого можно производить ежегодно 2–3 млрд. кВт·ч электроэнергии и несколько сотен тысяч гигакалорий тепловой энергии. Экономически оправданным является строительство ТЭЦ с мощностью в пределах 10 МВт на базе крупных деревообрабатывающих предприятий с количеством отходов 30–60 тыс. м³ в год, а также на базе лесхозов, средний энергетический потенциал которых составляет 4,5 тыс. т.у.т., что обеспечивает электрическую мощность в 3 МВт.

В качестве перспективы рассматривается создание в Беларуси специальных энергетических плантаций на основе быстрорастущих и высокоурожайных растений и древесных кустарниковых пород. Более эффективной по сравнению с традиционным сжиганием в отопительных котлах является утилизация древесных отходов посредством сжигания газообразного топлива, получаемого в результате газогенерации отходов.

Как показал зарубежный опыт энергосбережения, для реализации потенциала местных видов топлива необходимы соответствующая **нормативно-правовая база и экономические механизмы создания заинтересованности производителей и потребителей энергетических ресурсов в использовании местного топлива, в том числе:**

- предоставление кредитов, займов, налоговых льгот предприятиям и организациям, использующим древесное сырье для получения тепловой и электрической энергии, на покупку перерабатывающего биомассу оборудования;
- штрафные санкции за вывоз древесных отходов на свалку и в отвалы;
- льготный налог с длительным сроком действия на прибыль, полученную за счет использования биомассы, древесных отходов вместо нефти, угля и газа.

РЕЗЮМЕ

1. Энергосберегающие мероприятия и технологии (ЭСМТ) сопровождаются положительными экологическими эффектами: возможностью не сооружать новые энергообъекты, снижением антропогенных выбросов в атмосферу, сохранением гидросферы, ус-

- транением риска аварий и др. При принятии решения по внедрению ЭСМТ выполняют количественную оценку этих эффектов.
2. Основные пути компенсации и устранения экологических последствий энергоиспользования: снижение доли энергоемких технологий, внедрение энергосберегающих технологий и оборудования, безотходных и малоотходных производств, утилизация вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), применение возобновляемых источников энергии и местных видов топлива, поиск новых видов топлива, принципов получения, передачи, преобразования энергии, нормативно-правовое регулирование природопользования, мониторинг энергозагрязнения.
 3. Особенности возобновляемых ЭР: непостоянство действия и зависимость от природы, низкие плотности потоков энергии, их рассеянность в пространстве. Доля возобновляемых источников в покрытии суммарной мировой потребности ТЭР оценивается в 3–12%, для Беларуси – в 0,5–1%. Применение возобновляемых ЭР эффективно при небольшой единичной мощности, комплексном использовании, для сельских районов. Практическое значение для Беларуси имеют биомасса, гидро-, ветроэнергетические ресурсы, солнечная энергия, твердые бытовые отходы. Биомасса может обеспечить до 15% потребностей республики в топливе.
 4. Два направления использования солнечной энергии: преобразование в тепловую энергию для нагревательных систем, не прямое и прямое преобразование в электрическую энергию.
 5. Энергетический потенциал вторичных энергоресурсов (ВЭР), «энергетических отходов»: отработанных горючих органических веществ, городских и промышленных отходов, горячих отработанных теплоносителей, отходов сельскохозяйственного производства – реализуется в утилизационных установках и системах. Повышение уровня использования ВЭР – в числе приоритетов энергосбережения в РБ.
 6. 15–18% потребностей Беларуси обеспечивается местными запасами топлива, из них 2,8% – древесными отходами; осуще-

ствляется программа строительства малых, мини-ТЭЦ, котельных на древесных отходах, перевода на них действующих котельных, создания инфраструктуры сбора, переработки и доставки древесного топлива. Доля его потребления возрастет в два раза.

- 7. Важно и необходимо искать новые идеи и технические решения в области применения возобновляемых, вторичных и местных ЭР.*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какое влияние оказывают энергетические объекты и установки на окружающую среду?
2. Назовите и объясните экологические эффекты энергосбережения.
3. Какие Вы знаете пути компенсации и устранения негативного влияния энергоиспользования на окружающую среду?
4. Назовите виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Какие из них имеют практическое значение для Беларуси?
5. Что такое биогаз, какие есть способы его получения и применения?
6. Какие Вы знаете способы использования солнечной энергии?
7. Перечислите особенности возобновляемых источников энергии по сравнению с традиционными и укажите сферу их применения.
8. Что такое вторичные энергоресурсы, какие их виды Вы знаете?
9. Какие Вам известны способы и устройства утилизации ВЭР?
10. Почему расширение применения местных видов топлива является приоритетным направлением энергосбережения в Республике Беларусь?
11. Опишите возможности и задачи применения древесных отходов как местного вида топлива в условиях Беларуси.

12. Какую долю составляют возобновляемые ЭР в мировом потреблении ТЭР и Беларуси? Каков энергетический потенциал отдельных видов возобновляемых ЭР и местных видов топлива в нашей республике?
13. Какое значение имеет применение возобновляемых, вторичных и местных ТЭР с точки зрения экологии?

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов В.В. Энергетика и природа. – М.: Мысль, 1982. – 94 с.
2. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. – М.: Агентство «ФАИР», 1998. – 320 с.
3. Поспелова Т.Г. Оценка влияния электропередачи на окружающую среду. – Мн.: БелНИИНТИ, 1990. – 121 с.
4. Твайдел Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.
5. Кузьмич В.В., Лаврентьев Н.А., Шибалова А.М. О роли нетрадиционных возобновляемых энергоисточников в развитии энергетики. Вып. 1. Ветроэнергетика. – Мн.: БелНИИНТИ, 1991. – 64 с.
6. Бринкворт Б. Дж. Солнечная энергия для человечества. – М.: Мир, 1976. – 288 с.
7. Михайлов В.В. Рационально использовать энергетические ресурсы. – М.: Знание, 1980. – 62 с.
8. Основные методические положения по планированию использования вторичных энергетических ресурсов. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
9. Вторичные теплоэнергетические ресурсы и охрана окружающей среды. / В.В. Харитонов и др. – Мн.: Вышэйшая школа, 1988.
10. Русан В.И., Фуад Хадж Али. Потенциал и перспективы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии. // Агропанорама. № 1. – Мн.: БАТУ, 1998.
11. Кини Р. Размещение энергетических объектов: Выбор решений. / Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.

12. Поспелова Т.Г., Хассан Ю. Влияние энергосбережения на развитие энергетических систем // Электрические станции. 1998. №2.
13. Дэвинс Д. Энергия / Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.
14. Веников В.А., Путятин Е.В. Введение в специальность: Электроэнергетика: Учеб. для вузов /Под ред. В.А. Веникова. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дорогой читатель, Вы совершили труд, прочитав эту книгу. Автор надеется, что у Вас возникло представление о проблемах энергосбережения, появился интерес к ним, и в дальнейшем Вы будете содействовать их решению.

В данной книге в доступной форме представлены основные сведения по теоретическим основам эффективного использования энергии и современным взглядам на возможности и методы энергосбережения. Энергия – источник и условие всей жизнедеятельности человека, поэтому энергосбережение – чрезвычайно широкая и глубокая тема. Невозможно в одной книге осветить все вопросы, связанные с проблематикой энергосбережения, тем более что в каждом виде деятельности человека они имеют свою специфику и конкретные решения. Не претендуя на полный охват всех вопросов, связанных с энергосбережением, автор, пожалуй, впервые в отечественной научно-технической и учебной литературе попыталась в систематическом виде, с современных позиций изложить основные проблемы энергосбережения и методы их решения. При этом преследовались следующие цели:

1. Написать учебник, доступный пониманию и необходимый широкой аудитории учащихся, по которому можно учиться и самостоятельно, не обязательно читая все страницы подряд. Для этого в учебнике перед началом каждой главы сформулированы ее основные идеи и цели, а в конце глав дано резюме, контрольные вопросы для самопроверки и литература. Завершают книгу словарь основных понятий и определений, использованных в книге, и рекомендуемые темы рефератов для углубленного самостоятельного изучения заинтересовавших читателя вопросов.

2. Создать у читателя целостное представление об энергосбережении как единой, большой и сложной межотраслевой производственно-экономической системе процессов рационального расходования энергетических ресурсов всех видов и форм. Показать необходимость системного подхода к решению проблем энергосбережения и использования методов системного анализа.

3. Раскрыть суть государственной политики энергосбережения, показать ее связь с состоянием и развитием мирового сообщества и убедить читателя в возможности и необходимости его личного участия в решении проблем энергосбережения. Содействовать формированию культуры использования энергии и творческого мышления в отношении изыскания источников, резервов энергосбережения в его профессиональной деятельности и повседневной жизни.

4. Сделать акцент на понимании физико-химических принципов энергосбережения во всей цепи производства, преобразования, транспорта, распределения и потребления энергоресурсов всех видов. На этой основе осветить практическую сторону организации рационального использования энергоресурсов, техники, методов энергосбережения в их связи с представлениями, необходимыми инженеру или менеджеру при сознательном использовании в практике проектирования, эксплуатации или управления профессиональными объектами. Направленность на проникновение во взаимосвязь физико-технических, организационно-управленческих, эколого-экономических принципов и практических методов энергосбережения отличает данную книгу.

5. Обратить особое внимание читателя на управленческие аспекты энергосбережения. Данная книга фактически первая книга в странах СНГ, которая знакомит с понятиями и методами энергетического менеджмента как одного из важнейших инструментов энергосбережения и одновременно показывает, что энергосбережение – одна из основных целей энергетического менеджмента. Сложность и многомерность систем энергетики и энергосбережения, их социально-производственный характер выдвигает вопросы управления ими на первый план, причем управления в условиях не только установившихся, но и переходных (кризисных) состояний экономики государств, отдельных отраслей, предприятий. В соответствии с законами менеджмента и кибернетики можно утверждать, что система любой сложности может быть сделана управляемой, если будут применены адекватные механизмы регулирования. Именно поэтому инженеры, менеджеры, экономисты должны понимать социально-политическое и экономическое значение эффективного энергоиспользования, владеть нормативно-правовыми, финансово-экономическими, информационными и психологическими механизмами энергосбережения.

6. Научная и инженерная мысль не стоит на месте: теория и практика энергосбережения непрерывно развиваются. Появляются новые концепции и методы преобразования энергии, новые технологии передачи энергоресурсов и энергопотребления. На стадии научных экспериментов находится идея вакуумной энергетики. Ученые и инженеры активно работают над новыми конструкциями накопителей энергии и источников возобновляемой энергии. Создаются оригинальные энергосберегающие конструкции и материалы с новыми свойствами и характеристиками. Современные информационные технологии, микроэлектронная и микропроцессорная техника внедряются в сферу организации и управления энергосбережением. Изменения в политике и экономике заставляют обращаться к новым механизмам энергосбережения. Поэтому важно предупредить читателя, что, получив основные знания и представления из данной книги, он должен научиться ориентироваться в современном мире энергетики, научиться осваивать новые теории и многочисленные технологии и методы энергосбережения, используя их в организации, где работает, должен уметь говорить на общем языке с представителями и экспертами государственных и аудиторских организаций по энергосбережению. Помня при этом, однако, что с какими бы рекомендациями, технологиями, приборами энергосбережения ему ни пришлось бы встретиться, основные соображения о том, как лучше решить задачу и трактовать полученный результат может и должен дать только сам инженер или менеджер.

7. Подчеркнуть, что в практическом плане успех энергосбережения определяется умением специалиста в результате оценки общего состояния энергоиспользования найти те приоритетные процессы и объекты, для которых мероприятия по энергосбережению могут дать наибольшие экономический, экологический и социальный эффекты; умением соотносить затраты на энергосберегающие мероприятия с получаемыми от них эффектами. Эта задача требует от специалиста творческого подхода.

Если настоящей книгой удалось хотя бы частично достичь перечисленных целей, то автор будет считать не напрасной свою работу. Конечно, в книге в силу ее специфики, направленной на изучение основ и только основ энергосбережения, не удалось остановиться на ряде специальных вопросов, например, энергосбережения в промышленно-

сти, в сельском хозяйстве. В современной практике энергосбережения и управления им постоянно появляются новые элементы, которые могли быть только упомянуты в книге. Все это потребует от изучающего эту книгу далее, на базе имеющихся в ней положений, проводить самостоятельно творческое изучение новых подходов, методов, технических решений по энергосбережению. Автор будет благодарна всем читателям, кто пришлет свои замечания и пожелания по улучшению настоящей книги.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ

1. Аккумулирующие электрические станции.
2. Атомные электрические станции (АЭС).
3. Белорусская энергетика.
4. Биоэнергетика, ее перспективы в Беларуси.
5. Вакуумная энергетика.
6. Влияние энергетика на биосферу и экологические эффекты энергосбережения.
7. Водородная энергетика.
8. Возобновляемые источники энергии.
9. Вторичные энергетические ресурсы и их использование.
10. Газы – могучий источник энергии и химического сырья.
11. Геотермальная энергия.
12. Гидроэнергетика.
13. Задачи и инструменты инженера (менеджера) в области эффективного энергоиспользования.
14. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении».
15. Законы термодинамики и их значение для энергосбережения.
16. Использование энергии ветра.
17. Использование энергии в промышленности, основные направления и мероприятия по энергосбережению.
18. История энергоиспользования и энергосбережения.
19. Культура энергосбережения.
20. Магнитогидродинамическое преобразование энергии.
21. Малая энергетика.
22. Менеджмент в энергетике.
23. Мини-ТЭЦ и котельные.
24. Нагревательные солнечные системы.
25. Научно-технические журналы и информационные издания по энергетике и энергосбережению.
26. Нефть, ее значение и использование.
27. Образование в области энергосбережения.

28. Основные технические направления Государственной программы «Энергосбережение».
29. Особенности энергетического производства и аккумулирование энергии.
30. Отечественный и зарубежный опыт энергосбережения.
31. Политика и энергетика.
32. Проблемы водоснабжения.
33. Проблемы энергосбережения.
34. Прямые методы преобразования энергии.
35. Развитие мировой энергетики.
36. Развитие теплоэнергетических технологий и энергосбережение.
37. Развитие энергетики в условиях становления рыночной экономики.
38. Реструктуризация в энергетике, ее влияние на энергосбережение.
39. Сегодня и завтра производства и передачи электрической энергии.
40. Система управления топливно-энергетическим комплексом и энергосбережением в Республике Беларусь.
41. Системы и устройства непрямого преобразования солнечной энергии.
42. Системы и устройства прямого преобразования солнечной энергии.
43. Современные информационные технологии и энергосбережение.
44. Современные способы получения электрической энергии.
45. Современные энергоресурсы.
46. Солнечная энергетика.
47. Состояние и задачи энергосбережения в Республике Беларусь.
48. Социально-экономический и психологический аспекты энергосбережения.
49. Специалист по энергетическому менеджменту: задачи и функции.
50. Способы преобразования различных видов энергии в электрическую.
51. Тепловые конденсационные электрические станции.
52. Тепловые насосы.
53. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).
54. Термоэлектрические и термоэмиссионные генераторы.
55. Технический и коммерческий учет энергетических ресурсов.
56. Топливо-энергетический комплекс Республики Беларусь и задачи энергосбережения.
57. Транспорт энергоресурсов.

58. Управление энергетическими системами и энергосбережением.
59. Учет энергосбережения в развитии энергетических систем.
60. Физико-химические основы энергосбережения.
61. Холодильные системы и установки.
62. Централизованное и децентрализованное энергоснабжение.
63. Экологическая цена энергии.
64. Экономические и финансовые механизмы энергосбережения.
65. Электрохимические источники энергии.
66. Электроэнергетическая система Республики Беларусь, пути ее развития.
67. Энергетика будущего.
68. Энергетика на древесных отходах.
69. Энергетика: пути развития и перспективы.
70. Энергетическая независимость и безопасность государства.
71. Энергетические обследования и аудиты.
72. Энергетические тарифы.
73. Энергетический кризис и его преодоление.
74. Энергетический и экологический мониторинги.
75. Энергетический менеджмент.
76. Энергетический менеджмент на предприятии.
77. Энергетическое хозяйство промышленных предприятий, пути и средства энергосбережения.
78. Энергосбережение в быту.
79. Энергосбережение в промышленности.
80. Энергосбережение в сельском хозяйстве.
81. Энергосбережение на транспорте.
82. Энергохозяйство города и проблемы энергосбережения.
83. Энергосберегающие технологии и оборудование.
84. Энергосбережение в жилых домах.
85. Энергосбережение в промышленной теплоэнергетике.
86. Энергосберегающие технологии и оборудование.
87. Энергоэкономичное освещение.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

- АСКУЭ – автоматизированная система учета, контроля и управления энергопотреблением предприятия
- АЭС – атомная электрическая станция
- ВВП – валовый внутренний продукт
- ВЭР – вторичные энергетические ресурсы
- ВЭУ – ветроэнергетическая установка
- Г – электрический генератор
- ГАЭС – гидроаккумулирующая станция
- ГеоТЭС – геотермальные электростанции
- Госкомэнергосбережение – Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь
- ГТУ – газотурбинная установка
- ГЭС – гидравлическая электростанция
- Д – электрический двигатель
- ДЭО – детальное энергетическое обследование
- ЕС – Европейский Союз
- ЕЭК – Европейская Экономическая Комиссия
- ИАСУЭ – интегрированная автоматизированная система управления энергосбережением
- ИИСЭ – микропроцессорные информационно-измерительные системы учета энергии
- ИТП – индивидуальный тепловой пункт
- К – конденсатор пара
- К (гл.7) – контроллер
- КЛЛ – компактные люминесцентные лампы
- Концерн “Белэнерго” – Белорусский государственный энергетический концерн
- КПД – коэффициент полезного действия
- КЭС – конденсационная тепловая электростанция
- ЛОС – локальная отопительная система
- ЛЭП – линия электропередачи
- МВП – мировой валовый продукт

- МГД-метод, МГД-генератор – магнитогидродинамический метод и генератор
- МГД-электростанция – магнитогидродинамическая электростанция
- МГЭС – малые ГЭС
- Н – насос
- ПГ – котел-парогенератор
- ПГУ – парогазовая установка
- ПИП – первичные измерительные преобразователи
- ПИ-теплопроводы – бесканальные теплогидропределенные теплопроводы
- ППУ – предизолированные пенополиуретановой теплоизоляцией трубы
- ПРА – пускорегулирующие аппараты в системах освещения
- ПТУ – паротурбинная установка
- ПЭВМ – персональная ЭВМ
- ПЭО – предварительное энергетическое обследование
- ПЭР – первичные энергетические ресурсы
- ПЭС – приливная электростанция
- РБ – Республика Беларусь
- СВЧ – сверхвысокая частота
- СМ РБ – Совет Министров Республики Беларусь
- СНГ – Содружество Независимых Государств
- Т – турбина
- ТБО – твердые бытовые отходы
- т.н.э. – тонна нефтяного эквивалента
- т.у.т. – тонна условного топлива
- ТЭБ – топливно-энергетический баланс
- ТЭГ – термоэлектрический генератор
- ТЭК – топливно-энергетический комплекс
- ТЭП – термоэмиссионный преобразователь
- ТЭР – топливно-энергетические ресурсы
- ТЭС – тепловая электрическая станция
- ТЭЦ – теплоэлектроцентраль
- ЦТП – центральный тепловой пункт
- ЭДС – электродвижущая сила
- ЭВМ – электронная вычислительная машина

- ЭПРА** – электронные пускорегулирующие аппараты
- ЭР** – энергетические ресурсы
- ЭС** – энергетическая система
- ЭСМТ** – энергосберегающие мероприятия и технологии
- DSM** – Demand Side Management
- IRP** – Integrated Resource Planning
- LF** – Load Forecasting
- SSP** – Supply Side Planning

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

А

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОТЕЛ – котел с автоматизацией подачи топлива, ведения и контроля технологического режима.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО (АРМ) главного энергетика предприятия по управлению энергопотреблением – рабочее место, оборудованное средствами сбора, передачи, обработки и отображения информации на основе ПЭВМ для учета, контроля и управления энергоресурсами предприятия.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ (АСКУЭ) ПРЕДПРИЯТИЙ – многоуровневые сети учета, контроля, управления энергопотреблением с комплексами технических средств сбора, обработки, представления и хранения информации, линиями связи, средствами телеизмерений, телеинформации и телеуправления.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ системой – управление параметрами системы, ее режимом с приспособлением к изменяющимся во времени свойствам системы и к воздействующим на нее внешним условиям.

АККУМУЛЯТОР ТЕПЛОТЫ – устройство для накопления и временного хранения энергии в форме явной или скрытой теплоты для сведения баланса ее производства и потребления в энергосистеме или на предприятии.

АКУСТИЧЕСКИЕ ШУМЫ ОТ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ – загрязняющий фактор атмосферного воздуха, диктующий определенные требования к проектированию, конструкциям, сооружению и эксплуатации

энергетических объектов по условиям устранения или ограничения воздействия на население и обслуживающий персонал.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ТОПЛИВА – источники энергии топлива, заменяющие традиционные органические топлива и ядерное топливо; в их числе: производство синтетических углеводородов на базе угля, спиртовых топлив, водород, производство топлива из отходов.

АНАЭРОБНАЯ ПЕРЕРАБОТКА (СБРАЖИВАНИЕ) – двухстадийный управляемый процесс получения биогаза из органических отходов путем их преобразования под действием анаэробных микроорганизмов (анаэробов) в отсутствие или при ограниченном доступе кислорода. Анаэробы получают необходимый им для жизнедеятельности кислород путем расщепления кислородосодержащих органических или минеральных соединений. 1-ая стадия – превращение высокомолекулярных органических соединений в низкомолекулярные, 2-ая – ферментация.

АНТРОПОГЕННЫЕ ВЫБРОСЫ – выбросы веществ промышленными предприятиями, энергетическими объектами, автотранспортом и др., загрязняющие атмосферу Земли, оказывающие неблагоприятное воздействие на окружающую среду, в том числе на здоровье человека, растительный, животный мир, и наносящие вред материальным и культурным ценностям.

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ – машина, преобразующая электрическую энергию переменного тока в механическую энергию вращения со скоростью, зависящей от частоты тока и нагрузки. Скорости вращения магнитного поля статора двигателя и ротора не совпадают.

АУДИТОР ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ – независимая организация или должностное лицо, осуществляющее проверку эффективности энергоиспользования на предмет соответствия установленным нормам и стандартам расходования энергоресурсов, выявления энергосберегающего потенциала и производящее консалтинг по технологиям и мероприятиям его реализации.

АУДИТОРСКАЯ ФИРМА – фирма, владеющая необходимыми кадровым и методическим, информационным и приборным обеспечением для осуществления аудитов и имеющая лицензию на их выполнение.

АЭРОБНАЯ ПЕРЕРАБОТКА – процесс преобразования веществ под действием аэробных микроорганизмов, нуждающихся для своей жизнедеятельности в свободном кислороде воздуха.

Б

БЕЗОТХОДНОЕ, МАЛООТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО – организация производства, при которой цикл «первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы» построен с рациональным использованием всех компонентов сырья, всех видов энергии и без нарушения экологического равновесия. Означает переход от технологии очищения и разбавления отходов к принципиально новым технологиям оборотного использования (рециркуляции) природных ресурсов.

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН – государственный орган (субъект) хозяйственного и оперативного управления электроэнергетической и теплоснабжающей отраслью экономики Республики Беларусь.

БИОГАЗ – продукт анаэробного сбраживания органических отходов; энергосодержание 1м³ биогаза (60–75% метана, 30–40% углекислого газа, 1,5% сероводорода, примеси аммония, меркаптанов, аминов) составляет 22,3МДж, что эквивалентно 0,5м³ очищенного природного газа, 0,5 кг дизельного топлива, 0,76 кг условного топлива.

БИОГЕНЕРАТОР – герметичный агрегат с регулируемыми параметрами внутренней среды для производства биогаза из органических отходов.

БИОМАССА – вещества, из которых состоят растения, животные и продукты их жизнедеятельности; путем химических или биохимичес-

ких процессов биомасса может быть превращена в биотопливо: газообразный метан, жидкий метанол, твердый древесный уголь.

БИОСФЕРА – тонкая оболочка Земли, глобальная экологическая система, состав, структура и энергетика которой – итог длительного историко-геологического развития всего органического мира, живого вещества в его взаимодействии с неживой природой; биосфера – среда обитания человечества и одновременно предмет его техногенной деятельности. Основная задача экологии – сохранение и улучшение биосферы, ее устойчивое развитие (Sustainable Development).

БИОТОПЛИВО – топливо, образующееся из биомассы посредством естественных экологических процессов либо как основной или побочный продукт сельскохозяйственного производства, растениеводства, лесоводства, речного и морского хозяйства, промышленной и бытовой деятельности человека.

БИОЭНЕРГОУСТАНОВКА – установка для производства органических удобрений из биомассы и попутно – биотоплива для выработки тепловой и электрической энергии.

БОЛЬШИЕ СИСТЕМЫ – динамические системы из множества частей и элементов, обладающие свойствами организованности и управляемости на основе адаптации, эргатичности, двойственности природы, многокритериальности, иерархичности, взаимосвязанности с внешней средой. Характеризуются большим разнообразием состояний и свойств, многовариантностью функционирования и развития, устойчивым динамизмом развития. Изучение их может осуществляться на основе системного подхода с применением методов системного анализа.

БЮДЖЕТНАЯ ПОЛИТИКА – общие стратегические ориентиры, определяющие соотношение и распределение основных статей доходов и расходов государства, направленные на реализацию национальной политики в целом.

В

ВАКУУМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – находящаяся в стадии научно-экспериментальных исследований новая физическая концепция получения энергии на основе использования вакуумных эффектов при экологической чистоте процесса, предполагающая создание технических незамкнутых систем с избыточным энергобалансом. В вакуумном реакторе специальной геометрии создаются условия управляемого возбуждения вакуумной субстанции в жидкостной среде, служащей также для отбора и аккумуляции энергии.

ВАЛОВЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ (ВНП) (gross national product, GNP) – общая рыночная стоимость совокупного объема готовых (конечных) товаров и услуг, произведенных в стране в течение года.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА (ВЭУ) – установка, преобразующая кинетическую энергию движения воздуха (ветра) в электрическую энергию.

ВНУТРЕННИЙ ВАЛОВЫЙ ПРОДУКТ (ВВП) – общая рыночная стоимость всех готовых (конечных) товаров и услуг, произведенных внутри страны отечественными и иностранными предприятиями в течение года.

ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ – теплообменное устройство для подогрева воздуха, подаваемого в топку, или технологического воздуха за счет утилизации тепла отработанных потоков пара, конденсата или уходящего газа позволяет уменьшить расход топлива.

ВОДОПОДГОТОВКА – улучшение качества воды, поступающей из вод источника для производственного использования на электростанциях, промышленных предприятиях, в коммунальном хозяйстве, для питания котлов, испарителей, паропреобразователей, для технологических нужд, для целей охлаждения, отопления, горячего водоснабжения и т.д. Заключается в осветлении, умягчении, обессоливании, обес-

кремнивании, обезмасливании, обескислороживании, щелочении, нейтрализации, выпаривании, дегазации воды. Различают химический и термический методы водоподготовки.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ – технические системы, установки и устройства для преобразования первичной возобновляемой энергии во вторичную или конечную энергию. Служат в основном для энергообеспечения локальных объектов в дополнение к традиционной энергетике на органическом и ядерном топливе.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ – энергетические ресурсы, восстановление которых постоянно осуществляется в природе.

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ – энергоносители, полученные после промышленного преобразования первичных энергоресурсов.

ВТОРИЧНЫЕ (ПОБОЧНЫЕ) ЭНЕРГОРЕСУРСЫ (ВЭР) (ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ) В ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВЕ ПРЕДПРИЯТИЙ – энергоресурсы, образующиеся как попутные при осуществлении технологических процессов, могущие быть повторно использованными для получения энергии. К ним относятся отработанные горючие органические вещества, городские и промышленные отходы, горячие отработанные теплоносители, отходы сельскохозяйственного производства.

Г

ГАЗИФИКАЦИЯ – технология получения искусственного горючего газа в процессе нагрева жидкого или твердого топлива при его частичном сжигании и в процессе подземной газификации угля.

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ (ГРП) – сооружение с устройствами для снижения давления газа с целью распределения его между отдельными потребителями и регулирования давления с целью его поддержания при изменениях давления в магистраль

ном газопроводе или городских сетях, а также изменения потребления газа. Различают ГРП ТЭС, заводские центральные, цеховые, индивидуальные.

ГАЗОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА (ГТУ) – двигательная установка, в лопаточном аппарате которой потенциальная энергия газа (смесь продуктов сгорания топлива с воздухом или нагретый воздух при большом давлении и температуре) преобразуется в кинетическую энергию, а затем частично превращается в механическую работу. Применяется в качестве первичного двигателя электростанций, транспортного двигателя, в авиации, в промышленности для утилизации отходящих газов высокотемпературных технологических установок (газовые утилизационные бескомпрессорные турбины – ГУБТ).

ГЕЛИОСТАТ – прибор, отражающий солнечные лучи и концентрирующий их на теплоприемнике так, что направление лучей, несмотря на кажущееся суточное движение Солнца, остается постоянным; это достигается плоским зеркалом, которое поворачивается соответствующим образом с помощью приводного механизма.

ГЕЛИОТЕРМИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ (СОЛНЕЧНАЯ ТЕПЛОВАЯ) – ТЭС, на которой с помощью солнечных коллекторов и паросилового цикла осуществляется преобразование энергии Солнца в электрическую энергию.

ГЕЛИОУСТАНОВКА – установка, преобразующая солнечную энергию в тепловую или электрическую для производственных или бытовых нужд.

ГИДРОЛИЗ – химическая и биохимическая переработка древесных отходов лесной, деревоперерабатывающей промышленности, отходов сельского хозяйства и другого непищевого растительного сырья действием воды и тепла при участии катализаторов для производства полезных продуктов, в том числе определенных видов топлива (спирты, моторное топливо и т.п.).

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА – область энергетики на возобновляемых ресурсах, использующая энергию падающей воды, волн (амплитуда волн в некоторых районах мирового океана достигает 10 м) и приливов.

ГЛАВНАЯ ЗАДАЧА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА – согласованное развитие и функционирование всех подсистем топливно-энергетического комплекса и системы энергосбережения.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКОЙ – осуществление энергосбережения во всех элементах жизнедеятельности человеческого общества.

ГОРЕЛКИ (ГОРЕЛОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА) – устройства для сжигания газообразного и (или) жидкого топлива, используемые в топках котлов, нагревательных зонах теплотехнологических установок машиностроительной, металлургической и др. отраслей промышленности; конструкции кинетических и диффузионных горелок влияют на энергоэффективность использования топлива.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ НАДЗОРУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ – государственный орган (субъект) управления, разрабатывающий концепцию и стратегию эффективного использования энергоресурсов, возглавляющий, организующий и координирующий работу по энергосбережению в республике, создан в 1993 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ – комплекс закрепленных законом мер, направленных на создание экономических, информационных, организационных условий для реализации политики энергосбережения.

ГРАДИРНЯ – испарительное охладительное сооружение башенного или вентиляторного типа, используемое в технических системах оборотного водоснабжения для охлаждения технической воды в результате частичного испарения и теплоотдачи непосредственно воздуху.

ГРАФИК НАГРУЗКИ – графическое отображение режима потребления электрической или тепловой энергии потребителем: предприятием, районом, городом, страной в течение определенного отрезка времени: суток, месяца, года. Различают суточный, месячный, годовой график нагрузки.

Д

ДВУХСТАВОЧНЫЙ ТАРИФ – разновидность цены, по которой взимается оплата за пользование электроэнергией, состоит из двух частей: основной ставки за 1 кВт мощности, участвующей в максимуме нагрузки ЭС, и дополнительной ставки за 1 кВт·ч потребленной энергии. Экономически поощряет потребителей к снижению присоединенной мощности и максимума нагрузки за счет уплотнения и выравнивания их графиков.

ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНАЯ СИСТЕМА (monetary system) – система механизмов по изменению массы денег в обращении с целью достижения неинфляционного производства совокупного продукта при условии полной занятости.

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ – агрегат, включающий детандер-двигатель турбинного типа (турбодетандер) для превращения в механическую работу энергии сжатых газов путем их расширения, сопровождаемого понижением температуры газов, и соединенный с ним через редуктор электрогенератор, использующий мощность от расширения газа для производства электрической энергии.

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ – процесс частичного отказа от централизованного теплоснабжения из национальной энергосистемы и переход к автономным системам теплоснабжения от заводских мини-ТЭЦ, встроенных и пристроенных к зданиям местных блочных, блок-модульных, крышных котельных и т.п. Децентрализация способствует формированию рынка энергоносителей и конкуренции в области энергообеспечения.

Потребитель получает возможность выбора производителя и поставщика энергии.

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ (ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ) ЭКОНОМИКИ ИЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

– организация снабжения крупных производств электроэнергией, теплом от собственных заводских мини-ТЭЦ и снабжения теплом отдельных предприятий, организаций, крупных бытовых потребителей от собственных котельных и др. автономных источников. В результате реструктуризации энергетического сектора экономики, с появлением частных генерирующих и распределительных компаний процесс децентрализации будет развиваться.

ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО (тяжелое моторное топливо) – смесь высококипящих жидких углеводородов, применяемых в качестве горючего в двигателях внутреннего сгорания дизельного типа.

ДИЗЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ – стационарные или передвижные установки с двигателем внутреннего сгорания, снабженные приборами самопуска, регулирования режима, останова. Обеспечивают независимость от постоянных источников энергии, компактность, мобильность, маневренность.

ДИНАМИКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ – изменение во времени (тренд) количественного потребления энергоресурсов и их качественного состава в связи с социально-политическими, экономическими изменениями и научно-техническим прогрессом.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ (ЗОННЫЕ) ТАРИФЫ – цены на топливо, электрическую и тепловую энергию, величина которых варьируется в зависимости от времени, района потребления или др. признаков. Более высокие тарифы в периоды (зоны) максимумов электрической нагрузки ЭС стимулируют потребителей к снижению потребления в эти периоды суток, т.е. к выравниванию графика нагрузки. Тарифы на тепловую энергию могут дифференцироваться в зависимости от энергетической ценности с учетом давления отбираемого пара или

температуры сетевой воды по регионам территории. Устанавливаются сезонные цены на природный газ и сезонные тарифы на электрическую и тепловую энергию с дифференциацией по времени суток и дням недели.

ДУТЬЕВОЙ ВОЗДУХ – воздух, подаваемый под давлением выше атмосферного в промышленные печи, топки котлов, в другие агрегаты для ускорения происходящих в них процессов окисления, в частности горения.

Е

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ (European Economic Commission) – комиссия ассоциации тринадцати европейских стран, образованная в начале 1958 г. с целью согласованной экономической политики; в настоящее время включает 15 стран.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ – организация воздухообмена в помещениях за счет действия естественных факторов: разности удельных весов наружного и внутреннего воздуха, ветра.

З

ЗАДАЧА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ОБЛАСТИ ПСИХОЛОГИИ для реализации энергосберегающей политики – изменение психологии отношения населения к энергии, создание нового стереотипа мышления по ее бережному использованию.

ЗАДАЧА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ для реализации энергосберегающей политики – пересмотр технологического базиса генерирования, распределения и использования энергии в процессах производства, внедрение энергоэффективных материалов, конструкций, технологических процессов и оборудования.

ЗАДАЧА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ для реализации энергосбере

гающей политики – разработка и использование системы социально-экономических и финансовых механизмов, стимулирующих потребителя к рациональному расходованию энергоресурсов, уменьшению энергопотребления, особенно в часы максимумов нагрузки энергосистемы.

ЗАКОН ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ – основной законодательный документ, устанавливающий энергосбережение в качестве приоритета государственной политики в решении энергетической проблемы в Республике Беларусь. Вступил в силу в июне 1998 г. Регулирует отношения в процессе деятельности юридических и физических лиц в сфере энергосбережения в целях повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и определяет правовые основы этих отношений.

ЗАКОН (НАЧАЛО) ТЕРМОДИНАМИКИ I-ЫЙ (частный случай закона сохранения энергии) устанавливает взаимную превращаемость всех видов энергии: тепло Q , сообщенное неизолированной системе, расходуется на увеличение ее внутренней энергии ΔU и совершение ею работы A против внешних сил.

ЗАКОН (НАЧАЛО) ТЕРМОДИНАМИКИ II-ОЙ: процессы, связанные с теплообменом при конечной разности температур, необратимы, т.е. могут протекать самопроизвольно только в одном направлении – от горячих тел к холодным с установлением равновесия в системе. Вторая формулировка этого закона: невозможен процесс, единственным результатом которого является превращение тепла, полученного от нагревателя, в эквивалентную ему работу, и невозможен процесс, единственным результатом которого является передача энергии в форме тепла от холодного тела к горячему.

ЗОЛЬНОСТЬ ТОПЛИВА – выраженное в весовых процентах определяемое техническим анализом содержания в твердом топливе золы, т.е. негорючих примесей, остающихся после сжигания топлива или его прокаливания.

И

ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ (ИАСУЭ) – система, объединяющая автоматизированное управление технологическими процессами использования энергии и автоматизированное организационное управление энергосбережением.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ – производство, преобразование, транспорт, распределение и применение энергии для нужд человека.

К

КАРТЕЛЬ (CARTEL) – формальное, в письменном виде или устное, соглашение между фирмами об установлении цен на продукт, или об объеме производства индивидуальных фирм, или о географическом разделе рынков сбыта продукции.

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ – социально-экономическая категория для сравнительной оценки степени удовлетворения материальных, физиологических, социально-духовных потребностей человека.

КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ: диоксиды серы и азота, выдсяющиеся в атмосферу при сжигании ископаемых топлив (уголь, мазут, сланец) и переносимые массами воздуха на значительные расстояния, превращают выпадающие дожди в слабые растворы серной и азотной кислот, что наносит значительный ущерб здоровью людей, природе, сельскому, лесному, рыбному хозяйствам, памятникам архитектуры.

КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЭЦ – производство, при котором пар отдается потребителю тепловой энергии после совершения им определенной работы в турбине для привода генератора и получения электрической энергии; расход топлива при комбинированном производстве меньше на 20–25%, чем при раздельном производстве.

КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ РАСХОДА ТЭР – учет расхода топливно-энергетических ресурсов для упорядочения коммерческих отношений между поставщиками и потребителями и объективных денежных расчетов с предприятиями-поставщиками.

КОМПРЕССОР – машина для сжатия и подачи различных газов или воздуха под избыточным давлением не ниже 2 кг/см^2 . Различают поршневые, ротационные, центробежные (турбинные) и осевые компрессоры.

КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ – энергетическая установка стационарного или передвижного типа, представляющая собой комплекс агрегатов (компрессор, воздушные фильтры, холодильники, воздухо-сборники и др.) для выработки сжатого воздуха или иного газа (азот, аммиак, кислород, фреон и т.д.) под избыточным давлением не ниже 2 кг/см^2 . Применяется как источник пневматической энергии для технических целей, для транспортировки газов.

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (КЭС) – тепловые электростанции для выработки только электрической энергии. КПД составляет 36–39%.

КОНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ – энергоресурсы, непосредственно потребляемые после их доставки конечными потребителями.

КОНСАЛТИНГ (МЕНЕДЖМЕНТ-КОНСАЛТИНГ) – консультирование по экономике и управлению. Согласно классификации Европейского справочника-указателя, к сфере консалтинговых услуг относятся: общее управление, администрирование, финансовое управление, управление кадрами, маркетинг, производство, информационные технологии, специализированные услуги, в том числе консалтинг по управлению электроэнергетикой, инженерный консалтинг, экологический консалтинг и др.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЭКСЕРГИИ – плотность энергетического потока; равна отношению эксергии к объему термодинамического агента (энергонаositеля). Определяет практическую пригодность и ценность энергии.

КОНЦЕПЦИЯ УЧЕТА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ РАЗВИТИИ ТЭК, УПРАВЛЕНИЯ ИМ: 1) энергоресурсосбережение – источник энергии в приходной части топливно-энергетического баланса; 2) энергосбережение – большая, иерархическая, человеко-машинная система, связанная со всеми отраслями экономики, включая подсистемы ТЭК, и с окружающей средой.

КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ГОРОДА: рациональное расходование энергоресурсов – один из основных критериев при проектировании, строительстве, реконструкции и организации жизни города и городского хозяйства; энергосбережение осуществляется во всех звеньях цепи энергообеспечения города, от источников энергии до ее потребителей, по всем видам энергоресурсов и энергоносителей при установлении приоритетных направлений.

КОТЕЛ ВОДОГРЕЙНЫЙ – котел, предназначенный только для подогрева воды (без кипения), подаваемой в системы отопления, горячего водоснабжения и т.п.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ (ПАРОГЕНЕРАТОР) – система устройств для преобразования энергетического потенциала топлива в тепловую энергию пара; состоит из топки, где организуется процесс экономичного сжигания топлива и получение пароводяной смеси, барабана для отделения пара от воды, пароперегревателя, в котором пар доводится до необходимых параметров, и «хвоста» – экономайзера и воздухоподогревателя, в которых для повышения энергоэффективности котла используется тепло продуктов сгорания для подогрева питательной воды и воздуха, подаваемого топку.

КОТЕЛЬНАЯ – отдельное помещение или здание для размещения котельной установки – комплекса основного и вспомогательного оборудования для получения пара или горячей воды: котельных агрегатов, устройств транспорта, хранения, подготовки и подачи топлива, подготовки и подачи питательной воды, удаления шлаков, улавливания и удаления золы, продувочных и дренажных линий, приборов контроля и систем автоматики. Различают отопительные и отопительно-производственные котельные.

КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ – котлы, использующие физическую теплоту, иногда химическую энергию отходящих газов высокотемпературных теплотехнологических установок черной, цветной металлургии, химической промышленности, индустрии строительных материалов для производства пара. Конструктивно представляют собой теплообменник типа газ–вода с системой подготовки и подачи питательной воды, сбора перегретого пара, устройствами управления потоком уходящих газов и очистки внутренних поверхностей. По условиям теплообмена различают котлы конвективные, радиационно-конвективные, радиационные.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ (КПД) ЭНЕРГОУСТАНОВКИ (ЭНЕРГООБЪЕКТА) – отношение величины полезной энергии, получаемой на выходе, к величине подведенной энергии.

КРИВАЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ (supply curve) – кривая, показывающая соотношение между рыночными ценами и количеством товара, который производители предлагают.

КРИВАЯ СПРОСА (demand curve) – кривая, показывающая соотношение между рыночной ценой товара и денежным выражением спроса на него.

КРИТЕРИЙ – показатель, с помощью которого можно установить, соответствует ли полученное решение (состояние системы, план ее развития и т.п.) заранее поставленной цели, а также дать сравнительную оценку качества различных решений в смысле большей или меньшей их близости к оптимальному. Различают экономические, технические, экологические, социальные критерии.

Л

ЛИБЕРАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ – уменьшение доли государственного сектора и ослабление регулирующей роли государства в энергетике, усиление рыночного регулирования. Один из элементов либерализации заключается в том, что потребитель получает право сам выбирать себе производителя и поставщика энергии. Это способствует образованию

рынка ЭР, конкуренции среди производителей и поставщиков энергии, энергосбережению (снижению потерь при преобразовании и транспорте энергии), решению проблемы недостатка инвестиций в энергетику (предприятия-потребители сами будут участвовать в создании акционерных малых и мини-ТЭЦ), повышению уровня энергетического сервиса.

ЛИЗИНГ (leasing) – сдача имущества во временное владение и пользование за определенную плату.

ЛИНИЯ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ЛЭП) – сооружение для передачи электрической энергии на расстояние, доставки непосредственному потребителю, связи электростанций или электроэнергетических систем на параллельную работу. ЛЭП бывают переменного или постоянного тока, воздушными или кабельными, различного номинального электрического напряжения и конструктивного исполнения.

ЛИЦЕНЗИЯ – документ, разрешающий определенный вид деятельности; выдается специальной организацией, уполномоченной государственными органами на его выдачу на основе проверки соответствия определенным требованиям.

ЛОКАЛЬНЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (ЛОС) – автономные системы отопления многоквартирных жилых зданий, крупных общественных учреждений (больниц, учебных заведений и т.п.). Обычно выполняются как комбинированные: включают в себя устройства газового отопления, устройства по сжиганию твердого топлива, устройства, аккумулирующие солнечную энергию, эксплуатируемые не одновременно, а в определенные временные отрезки. ЛОС экономят до 30–50% энергоресурсов по сравнению с централизованными системами теплоснабжения. ЛОС привлекательны с экологической точки зрения.

М

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ – обобщенные (суммарные) экономические показатели.

МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА – малые и мини-ТЭЦ, источники на возобновляемых ресурсах: малые ГЭС, ВЭУ, биогенераторы, гелиоустановки, а также источники электрической и (или) тепловой энергии, использующие котельные, теплонасосные, паро- и газотурбинные, дизель- и газогенераторные установки единичной мощностью до 6 МВт.

МАНЕВРЕННОСТЬ ЭНЕРГОБЛОКОВ, ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ – характеристика, определяемая временем и трудозатратами, необходимыми для пуска, изменения рабочей мощности, останова.

МАТРИЦЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ (ЭСМТ) – таблицы типовых для данной группы предприятий мероприятий и технологий по энергосбережению с количественной оценкой их технико-экономических, экологических и социальных характеристик. Матрицы ЭСМТ – инструмент специалиста, осуществляющего энергетический менеджмент. Ориентированы на универсализацию и автоматизацию его функций в составе интегрированной автоматизированной системы управления энергосбережением (ИАСУЭ).

МГД-ГЕНЕРАТОР – устройство для преобразования энергии низкотемпературной плазмы в электрическую.

МЕЖСИСТЕМНЫЕ СВЯЗИ – электропередачи, осуществляющие связи между электростанциями и энергетическими системами и объединяющие их на параллельную работу, что повышает надежность и эффективность работы энергосистем и служит энергосбережению.

МЕНЕДЖЕРЫ – люди, занимающиеся управленческим трудом, руководители организационных подразделений, выполняющие управленческие функции.

МЕНЕДЖМЕНТ ОБЩИЙ (УПРАВЛЕНИЕ, УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ) – процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимый для того, чтобы сформулировать и достичь целей управляемой организации.

МЕНЕДЖМЕНТ СОВРЕМЕННЫЙ – сформировавшийся в 80–90-е гг. и развивающийся комплекс теоретических знаний, современных практических методов и механизмов управления социально- и производственно-экономическими системами, учитывающий особенности современного этапа исторического развития.

МЕНЕДЖМЕНТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ – методологическая наука с практическим инструментарием для осуществления процесса управления использованием энергии, т.е. планирования, организации (внедрения), мотивации, контроля оптимального использования всех видов и форм энергии при целесообразном удовлетворении потребностей человека (организации) и падающем влиянии на окружающую среду. Является частью общего менеджмента и инструментом энергообеспечения, дающим теорию, методики, практические методы и средства для обеспечения энергоэффективности.

МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА – виды топлива, имеющие местное (локальное) значение по количеству и энергетической ценности.

«МИКРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ» ЗДАНИЕ – современное «супери-золированное» здание, позволяющее настолько уменьшить потери тепла за счет теплоизоляции всех конструкций, что поступления «пассивной» тепловой энергии от людей, бытовых электроприборов и лучистого потока через окна оказывается достаточно для создания комфортных условий жизни без дополнительной энергии от источников отопления. Такой энергетически «пассивный» дом представляет собой замкнутую систему, не нуждающуюся или минимально нуждающуюся в поступлениях тепла извне.

МИРОВОЙ ВАЛОВЫЙ ПРОДУКТ (МВП) – основной показатель, характеризующий уровень развития мировой экономики. Объем МВП определяется общей рыночной стоимостью всех готовых товаров и услуг, произведенных в мире в течение года.

МИССИЯ МЕНЕДЖМЕНТА – основная цель менеджмента. Другие цели выступают в качестве подцелей.

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – в рамках действующей системы образования непрерывная передача, накопление знаний и практических навыков по энергосбережению, от дошкольного возраста до высшего образования, цель которых – воспитание культуры рачительного обращения с энергоресурсами, способности находить энергосберегающие решения в профессиональной деятельности и в быту.

МОНИТОРИНГ ЭНЕРГОЗАГРЯЗНЕНИЯ – непрерывное систематическое наблюдение, регистрация, статистическая обработка и анализ параметров, характеризующих отрицательные воздействия объектов энергетики на окружающую среду с учетом переноса загрязнителей воздушными массами и др. природными потоками.

МОТИВАЦИЯ – процесс стимулирования самого себя и других на деятельность, направленную на достижение индивидуальных и общих целей организации.

Н

НАЦИОНАЛЬНАЯ КРИВАЯ НАГРУЗКИ – график нагрузки (изменение суммарной потребляемой энергии во времени) национальной энергосистемы или совокупности энергосистем страны (при наличии частных энергокомпаний).

НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ – энергетические ресурсы, которые ранее были накоплены в природе и в новых геологических условиях практически не образуются.

НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА – энергетика, ориентированная на использование возобновляемых источников энергии.

НОРМА РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – мера потребления ресурсов на единицу продукции (работы, услуги) определенного качества в планируемых условиях производства.

Фактический удельный расход – количество энергии, фактически потребленное объектом на производство единицы продукции или работы в реальных условиях производства.

НОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ – инструмент государственной политики энергосбережения, заключающийся в установлении норм расхода топлива и энергии для технологических процессов, установок, оборудования, продукции, электробытовых приборов, а также в стандартизации энергопотребляющих продукции, работ и услуг.

О

ОБОРОТНАЯ РЕЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ – замкнутая технология водоиспользования, предусматривающая очистку производственных или бытовых сточных вод и их возвращение в технологический цикл при восполнении потерь из внешних источников.

ОДНОСТАВОЧНЫЙ ТАРИФ – размер платы за энергию, определяемый как произведение цены за единицу энергии на общее потребленное ее количество за данный промежуток времени; создает экономическую незаинтересованность потребителей в выравнивании графика за счет снижения пиков нагрузки.

ОПТИМИЗАЦИЯ – 1) процесс нахождения экстремума функции, т.е. выбор наилучшего варианта из множества возможных; 2) процесс приведения системы в наилучшее (оптимальное) состояние.

ОРГАНИЗАЦИЯ – любое объединение людей для единой экономико-хозяйственной деятельности: международные объединения, государства, предприятия, фирмы, учреждения и т.д.

ОСВЕЩЕНИЕ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНОЕ (ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ) – устройство систем освещения, обеспечивающих техни

чески и экономически возможный низший уровень энергопотребления при высокой светотехнической эффективности и улучшенном дизайне. Предусматривает оптимальную организацию освещения, применение энергосберегающих источников света и светильников комфортного освещения, электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА): газоразрядных ламп, устройств управления направлением, величиной светового потока, включением-отключением.

II

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ: слой парниковых газов (углекислый газ CO_2 , метан и др.), накапливающихся в атмосфере из-за сжигания органических топлив (угля, нефти, природного газа) в энергопроизводящих и энергопотребляющих установках, не пропускает солнечное тепло обратно в космос, в результате средняя температура приземного слоя атмосферы постепенно повышается, что приведет к перераспределению осадков, увеличению числа засух, к затоплению значительных территорий, к глобальным изменениям климата, которые повлекут разрушения естественных и искусственных систем Земли.

ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ – бинарные установки по преобразованию энергии пара и газа в электрическую, совмещают газотурбинные и паротурбинные агрегаты, используются на ТЭС для повышения экономической эффективности и маневренности станции в целом.

ПАРОГАЗОВЫЙ ЦИКЛ – термодинамический бинарный цикл, в котором превращение тепловой энергии, получаемой от сжигания топлива, в механическую работу осуществляется с помощью двух рабочих тел: водяного пара и газа.

ПАРОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА (ПТУ) – тепловой двигатель, использующий работу расширения водяного пара, протекающего через криволинейные каналы лопаток турбины, создавая постоянный момент на валу; наряду с механической энергией отбором пара из промежуточных ступеней турбины получают тепло на отопление и для технологи

ческих нужд. Основной двигатель для привода генераторов зволяющий осуществлять комбинированную выработку механической и тепловой энергии; используется для привода насосов, компрессоров и т.п.

ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ – аппарат в котельном агрегате для подсушки и перегрева пара; конструктивно представляет собой систему трубчатых змеевиков.

ПЕРВИЧНАЯ ЭНЕРГИЯ – энергия, непосредственно извлекаемая в природе.

ПЕРВИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ – носители первичной энергии.

ПЕРВИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ (ПЭР) В ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВЕ ПРЕДПРИЯТИЯ – энергоресурсы, поступающие на предприятие в готовом для потребления виде или специально вырабатываемые непосредственно на предприятии для осуществления технологических или вспомогательных, сервисных целей.

ПЕРВИЧНЫЙ ПРИБОРНЫЙ УЧЕТ – процесс учета расхода энергоресурсов с помощью контрольно-измерительных приборов непосредственно в местах их установки.

ПЕРЕКРЕСТНОЕ СУБСИДИРОВАНИЕ – порочная практика оплаты за энергоносители, не стимулирующая потребителей к эффективному энергоиспользованию: промышленные предприятия при оплате за энергию вынуждены покрывать льготы, предоставленные населению и сельскому хозяйству.

ПИРОЛИЗ – пирогенетическое (термическое) разложение топлива, технология высокотемпературной переработки органического топлива путем нагревания без доступа воздуха до 400–1200°С.

ПИТАТЕЛЬНАЯ ВОДА – вода, подаваемая в паровой котел для возмещения убыли воды, ушедшей в виде пара; представляет собой смесь конденсата и добавочной воды, восполняющей потери конденсата внут

ри станции и у потребителей; должна отвечать определенным требованиям по давлению, жесткости, химическому составу.

ПИ-ТЕПЛОПРОВОД – бесканальный теплогидропредизолированный теплопровод – подземная механическая конструкция, состоящая из стальной трубы, полиуретановой теплоизоляции и наружной полиэтиленовой трубы-оболочки, жестко связанных друг с другом и образующих с окружающим теплопровод грунтом единую систему. Имеет тепловые потери на уровне 2–3% на протяжении всего расчетного срока службы (20-30 лет).

ПЛАНИРОВАНИЕ СНАБЖЕНИЯ (ПРОИЗВОДСТВА) ЭНЕРГОРЕСУРСОВ (SUPPLY SIDE PLANNING – SSP) – процесс планирования развития топливно-энергетической базы национальной экономики, инфраструктур производства, преобразования, транспорта и распределения собственных и импортируемых энергоресурсов.

ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – часть технического потенциала, определяемая мерой осознания актуальности энергосбережения всеми лицами, принимающими и реализующими решения об ЭСМТ – от деятелей межгосударственных организаций до отдельных домовладельцев, а также согласованностью их действий.

ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧЕСКИЕ – макроэкономические показатели, характеризующие энергоэффективность экономики отдельных регионов, государств, областей, городов, предприятий и т.п., позволяющие оценить тенденции и темпы в ее изменения.

ПОЛИТИКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ (ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ) – закреплённая на государственном уровне система законодательных, правовых, экономических, финансовых механизмов и действий, научно-исследовательских, информационно-образовательных и технических программ по внедрению энергосберегающих технологий и оборудования, обеспечивающая переход к энергоэффективной национальной экономике.

ПОЛЬЗОВАТЕЛИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц или предпринимателей без образования юридического лица, а также другие лица, которые в соответствии с законодательством Республики Беларусь имеют право заключать хозяйственные договоры, и граждане, использующие топливно-энергетические ресурсы.

ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ (ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ) – возможное снижение энергопотребления при выпуске одного и того же объема продукции и при обеспечении неизменных условий жизни населения за счет массового использования технически уже освоенных образцов энергосберегающих техники и технологий. Различают четыре вида энергосберегающих потенциалов: технический, экономический, экологический и поведенческий.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЭНЕРГООБСЛЕДОВАНИЕ (ПЭО) – начальная фаза обследования предприятия, носящая малозатратный, относительно самостоятельный характер, выполняемая с целью предварительной оценки общего состояния энергоиспользования, рекомендаций по его оптимизации и определения объектов и направлений детального энергообследования.

ПРИБОРЫ ГРУППОВОГО И ИНДИВИДУАЛЬНОГО УЧЕТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ – контрольно-измерительные приборы учета и регулирования расхода (выработки и потребления) топливно-энергетических и водных ресурсов соответственно группой потребителей, имеющих общий учет, и отдельными потребителями. Целесообразность установки приборов определяется экономическими и технологическими условиями.

ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – программы мероприятий, определяющие приоритеты в реализации государственной политики в области энергосбережения, пути использования энергосберегающего потенциала в республике, отрасли, регионе, городе, на предприятии. Содержат комплекс организационных, технических, экономических и

иных мероприятий, взаимоувязанных по ресурсам, исполнителям, срокам реализации. Различают республиканские, отраслевые, региональные, городские долгосрочные (5 лет) и краткосрочные (1 год) программы.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

– субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц, для которых любой из видов топливно-энергетических ресурсов, используемых в республике, является товарной продукцией.

ПРОТИВОДАВЛЕНЧЕСКИЕ ТУРБИНЫ

– турбины, в которых отработавший пар направляется к потребителям, использующим тепло для отопительных или производственных целей. Предвключенные турбины – турбины с противодавлением, отработавший пар которых используется в других паровых турбинах. Для обслуживания потребителей тепла, требующих пар при двух разных давлениях применяются турбины с промежуточным отбором и противодавлением.

Р

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

– совокупность линий электропередачи, электрических подстанций и распределительных пунктов для распределения электроэнергии от головных подстанций энергосистемы и доставки ее конечным потребителям.

РЕГЕНЕРАТОР

– теплообменный аппарат поверхностного типа, в котором передача тепла осуществляется путем поочередного соприкосновения теплоносителей с одними и теми же поверхностями аппарата. Во время соприкосновения с горячим теплоносителем стенки регенератора нагреваются, во время соприкосновения с холодным – остывают.

РЕГЕНЕРАЦИЯ

– использование тепловой энергии технологических отходов или материала (дымовые газы, шлаки, кусковой целевой продукт) в теплотехнической установке, где эти отходы или материал образуются, т.е. внутреннее теплоиспользование.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД – снабженный системой автоматического управления регулирования скорости или момента электропривод производственных механизмов на базе современной силовой электроники, микроэлектроники с применением в информационном канале микропроцессоров и микро-ЭВМ, позволяющий в реальном режиме времени осуществлять управление технологическими установками с целью оптимизации технологического процесса и снижения электропотребления. Плавное бесступенчатое регулирование скорости трехфазного асинхронного электродвигателя производится частотными преобразователями, что дает возможность отказаться от ряда регулирующих элементов, производить плавный пуск и останов двигателя.

РЕГУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ГОСУДАРСТВА В ТАРИФООБРАЗОВАНИИ – управление процессами централизации и децентрализации энергоснабжения путем выбора и допуска на рынок энергии альтернативных энергоисточников с целью создания конкурентной среды между производителями энергии для повышения качества энергообеспечения и стимулирования производителей и потребителей энергии на энергосбережение.

РЕДУКЦИОННАЯ УСТАНОВКА – установка для редуцирования пара, газа, жидкости, одновременно выполняющая функции предохранительного или запорного клапана и др.; служит как для понижения давления пара (газа, жидкости), отбираемого из ёмкости с более высоким давлением, до давления, при котором ведется его расход, так и для поддержания рабочего давления на постоянном уровне.

РЕКУПЕРАТОР – теплообменный аппарат поверхностного типа для использования тепла отходящих газов, в котором передача тепла от горячего теплоносителя холодному осуществляется через разделяющие их стенки аппарата. Разновидности рекуператоров определяются схемой относительного движения теплоносителей, конструкцией теплообменных поверхностей, наличием или отсутствием изменения агрегатного состояния теплоносителей.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ – показатель эффективности одновременных текущих затрат. Рентабельность производства – процентное отношение годовой прибыли к среднегодовой стоимости основных фондов и сумме оборотных средств. Рентабельность продукции – отношение прибыли от реализации товарной продукции к себестоимости продукции.

РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЕЮ – разгосударствление экономики, появление частных и смешанной формы собственности предприятий и образование в связи с этим новых структур управления отраслями национальной экономики, обеспечивающих свободу интересов предпринимателей при соблюдении общенациональных интересов.

РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКОЙ – процесс преобразования структур управления (изменение состава субъектов управления, их функций и взаимоотношений) энергетическим сектором экономики в связи с реструктуризацией экономики в целом для образования национального рынка энергоресурсов, выхода на мировой рынок при обеспечении здоровой конкуренции энергопроизводящих и энергоснабжающих предприятий. Конкретные формы и темпы реструктуризации определяются особенностями каждой страны.

РЕСУРС РАБОТЫ средний – характеристика долговечности технического объекта (системы), средняя наработка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после предупредительного ремонта до наступления предельного состояния.

РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ГАЗОВ – повторное возвращение газов в технологический процесс для различных целей: регулирование температуры, концентрации компонентов в смесях и т.п.

РЫНОК (market) – институт или механизм, который сводит вместе покупателей (предъявителей спроса) и продавцов (поставщиков) конкретного товара или услуги, или процесс взаимодействия продавцов и потребителей товара, посредством которого определяется его цена и распределение.

РЫНОЧНАЯ ЭКОНОМИКА (market economy) – экономика, в которой только решения самих потребителей, поставщиков ресурсов и частных фирм определяют структуру распределения ресурсов.

С

САНАЦИЯ – работы по реконструкции, модернизации, капитальному ремонту и термической реабилитации ранее выстроенных зданий жилого и нежилого фонда. Санация в части терморевитации означает повышение теплозащиты зданий путем теплоизоляции стен минеральной ватой и пенопластом, утепление крыш, полов, замену оконных блоков, остекление балконов, модернизацию систем вентиляции, реконструкцию и автоматизацию теплоузлов, установку индивидуальных регуляторов тепла в квартирах и комнатах, экономичных осветительных приборов, счетчиков тепла и воды.

СЕБЕСТОИМОСТЬ – выраженные в денежной форме издержки предприятий на производство и реализацию продукции.

СЖИГАНИЕ В КИПЯЩЕМ («ПСЕВДОСЖИЖЕННОМ»)

СЛОЕ – прогрессивная технология сжигания твердого топлива, находящегося в мелкозернистом состоянии, в полугазовой топке. Кипящий слой образуется при продувании неподвижного слоя зернистого материала газовым потоком со скоростью, при которой частицы приобретают беспорядочное движение внутри слоя. Метод кипящего слоя используется для интенсификации процессов теплообмена в печах термической, химико-термической обработки металлов, в закалочных ваннах в машиностроительной и металлургической промышленности.

СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

– системы и устройства для временного накопления и хранения энергии, обычно в период минимума нагрузки энергосистемы, для последующей выдачи ее потребителю или в энергосистему.

СИСТЕМЫ НЕПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ – гелиотермические системы, в которых солнечная энергия превращается в тепловую энергию рабочего тела (пара), а затем в электрическую.

СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ – системы естественного освещения помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях зданий, искусственного освещения, наружного и в помещениях, с помощью осветительных установок с искусственными источниками света, совмещенного освещения (недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным). Системы искусственного и совмещенного освещения включают электрическую сеть освещения, источники света, светильники, пуско-регулирующую аппаратуру, устройства автоматического управления включением, отключением светильников, автоматического регулирования освещенности и т.п.

СИСТЕМЫ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ – системы для прямого превращения солнечной энергии в электрическую на базе полупроводниковых фотоэлементов.

СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ – совокупность взаимосвязанных схемой и режимами технических устройств для снабжения потребителей теплом посредством горячей воды, пара, воздуха: источники тепла (ТЭЦ, котельные установки, устройства утилизации тепловых отходов), тепловые сети, передающие теплоноситель от источника к потребителям, узлы сопряжения тепловых сетей с теплопотребляющими установками (тепловые пункты), устройства регулирования и учета.

СИСТЕМЫ ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЯ – большие производственно-экономические системы сооружений и устройств, обеспечивающие добычу топлива, его переработку, хранение, транспорт, распределение и доставку потребителям. Выделяют газо-, нефте-, углеснабжающие системы, снабжающую часть ядерно-энергетической системы, системы снабжения местными видами топлив.

СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ (ФИРМЫ) – системы снабжения энергоресурсами всех видов и организации их использования для основных, вспомогательных производственных и хозяйственно-бытовых нужд, посреднической деятельности предприятия (фирмы): топливо-, электро-, теплоснабжения, обеспечения сжатым воздухом, водоснабжения, конечного энергопотребления.

СИСТЕМА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – сложная большая производственно-экономическая межотраслевая система процессов рационального энергоиспользования в единстве технологий, организации и поведения.

СКРУББЕР – аппарат для промывки жидкостями газов с целью их очистки и для извлечения одного или нескольких компонентов; применяются также для увлажнения и охлаждения газов.

СКРЫТАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ – количество тепла, которое необходимо сообщить веществу для перевода его из жидкого состояния в парообразное при температуре кипения.

СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (ПРЕДПРИЯТИЯ) – потребность электростанции (предприятия) в тепловой и электрической энергии для обеспечения ее (его) производства. Иногда под собственными нуждами понимают долю продукции данного предприятия, расходуемую внутри предприятия для обеспечения дальнейшего выпуска этой продукции.

СОГЛАСОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ (INTEGRATED RESOURCE PLANNING – IRP) – совокупность согласованных процессов планирования снабжения энергоресурсами (Supply Side Planning) и управления спросом на них (Demand Side Management) с целью стабильного энергоэффективного функционирования национальной экономики.

СОЛНЕЧНЫЕ ДОМА – дома, имеющие солнечные модули (автономные преобразователи солнечной энергии в электроэнергию) мощностью 1–20 кВт на крышах, объединенные с энергосистемой.

СОЛНЕЧНЫЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (ГЕЛИОСИСТЕМЫ) – системы технических устройств для преобразования солнечной энергии в тепловую энергию рабочего тела (вода, пар, воздух и др.); делятся на низкотемпературные (до 100 °С), среднетемпературные (до 150 °С) и высокотемпературные (выше 150 °С).

СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР – устройство для улавливания солнечной радиации, как правило, включает концентратор, приемник солнечной энергии с теплоносителем, приводной механизм, опорные приспособления; конструкции коллектора зависят от назначения гелиосистемы. Коллектор активной системы солнечного теплоснабжения – металлическая или пластиковая теплопоглощающая пластина со специальным покрытием, с теплообменниками и теплоизоляцией. Используются рассредоточенные коллекторы, коллекторы с автоматическим слежением за Солнцем.

СПЕЦИАЛИСТ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ – человек, выполняющий управленческие функции для достижения целей энергетического менеджмента как подцелей миссии менеджмента в данной организации. Должен обладать социальными, психологическими, экономическими и техническими знаниями для триединых действий в области технологии, организации и поведения.

СРОК ОКУПАЕМОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЕКТА – время, за которое сумма затрат в разработку и реализацию проекта окупится за счет полученного экономического эффекта энергосбережения.

СТРУКТУРА МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЭР – качественная и количественная оценка суммарного потребления человечеством различных видов топливно-энергетических ресурсов.

СТРУКТУРНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – энергосбережение за счет изменения отраслевой структуры национальной экономики, реструктуризации ее и управления ею, за счет оптимизации структуры ТЭК и его подсистем, структуры энергохозяйств предприятий, структур используемых ими энергоносителей, сырья, технологий, производствен

ного оборудования, номенклатуры выпускаемой продукции (оказываемых услуг).

СУБЪЕКТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА – органы и лица, осуществляющие управление энергоиспользованием в организации.

Т

ТАРИФЫ – система ставок, по которым взимается плата за услуги производственного и потребительского назначения; как и цены, представляют собой денежное выражение стоимости продукции и должны возмещать сумму всех затрат предприятия на производство и продажу, обеспечивая прибыль.

ТАРИФЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ – тарифы на электрическую и тепловую энергию, воду, газ; являются разновидностью монопольной цены, отличаются от цен на вещественную продукцию относительно большей устойчивостью и более сложным дифференцированием ставок, в большей степени подвержены государственному регулированию.

ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ (ТБО) – отбросы и мусор, сопутствующие повседневной бытовой деятельности человека, включают вещества органического и минерального происхождения: пищевые отходы, бумагу, картон, текстиль, древесину, пластмассу, стекло, резину, металл и т.д. В результате комплексной переработки могут быть утилизированы, в том числе для энергетических целей.

ТЕНДЕР (ТОРГ) – письменное предложение, заявка; конкурсная форма размещения заказа на закупку на рынке оборудования или привлечения подрядчиков для сооружения комплексных объектов и выполнения других работ, включая инжиниринг. Условия конкурса объявляются заранее.

ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ – система трубопроводов с потребительскими вводами (тепловыми пунктами) и строительными конструкциями для

транспорта тепловой энергии в виде горячей воды или пара от источников (ТЭЦ, котельных) к потребителям.

ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – воздействие на окружающую среду сбросов низкопотенциального тепла, связанных с работой электростанций, промышленных предприятий, транспорта, бытовым теплоиспользованием; пути воздействия: отвод тепла уходящими газами, выбросами пара и капельной влаги, продуктами сгорания в форме шлаков и недожога, сточными производственными и бытовыми водами.

ТЕПЛОВОЙ НАСОС – термодинамическая машина, являющаяся обращенным тепловым двигателем, преобразующая низкопотенциальную (низкотемпературную) теплоту вторичных энергоресурсов (ВЭР) или природных источников (водотоков, атмосферного воздуха) в теплоту потребительских параметров, позволяя при этом экономить 30–50% первичного топлива по сравнению с традиционным теплоснабжением от котельной или ТЭЦ.

ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ – узлы сопряжения тепловой сети с потребителями; подразделяются на индивидуальные – ИТП для подсоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения одного здания и центральные – ЦТП для подсоединения названных систем двух и более зданий.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ – защита жилых, промышленных и других зданий, тепловых установок, трубопроводов, камер холодильников и т.п. от теплообмена с окружающей средой.

ТЕПЛООБМЕННИК – устройство для передачи теплоты от одной среды к другой.

ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ (ТЭЦ) – тепловая электростанция, на которой осуществляется совместное производство электрической и тепловой энергии в виде пара и горячей воды. КПД достигает 60–65%.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – связанная единством режимов и состояний совокупность оборудования и установок по производству, преобразованию и доставке конечным потребителям тепловой энергии.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ – процесс преобразования тепловой энергии в механическую. Согласно II закону термодинамики, КПД цикла ограничен разностью температур горячего и холодного источников тепловой машины.

ТЕРМОСИФОННЫЙ ЭФФЕКТ – явление циркуляции воды благодаря тому, что нагретая вода, имеющая меньший удельный вес, поднимается вверх, а холодная – опускается вниз.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР (ТЭГ) – устройство прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, действие которого основано на эффекте Зеебека.

ТЕРМОЭМИССИОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ (ТЭП) – устройство прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, использующее явление термоэлектронной эмиссии.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – потенциал, определяемый максимальными техническими возможностями энергосбережения, которые могут быть реализованы за фиксированный период времени; зависит от темпов и достижений научно-технического прогресса.

ТЕХНИЧЕСКИЙ УЧЕТ РАСХОДА ТЭР – учет для контроля и оптимизации энергопотоков внутри предприятий-потребителей, внутри энергосистем по их подразделениям, объектам, установкам.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В ТЭК – цепь технологических преобразований от добычи первичных энергетических ресурсов до конечного энергопотребления производствами всех видов продукции и услуг.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСХОД (ПОТЕРИ) ЭНЕРГИИ – расходование энергетических ресурсов, сопутствующее их полезному использованию, в процессах добычи, преобразования, транспорта, распределения и конечного потребления энергии.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – энергосбережение посредством оптимизации технологических процессов, конструкций и режимов производственного оборудования.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ – цепь технологических преобразований первичных энергетических ресурсов от их извлечения из природных источников до конечного использования энергии человеком.

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС (ТЭБ) – статическая характеристика ТЭК, определяемая количественным соответствием перетоков энергии и ЭР между стадиями их преобразований в ТЭК в целом по народному хозяйству в территориальном и производственно-отраслевом разрезах (широкое толкование) или соответствием между суммарной произведенной энергией и суммарной конечной полезно потребленной энергией и ее потерями (узкое толкование).

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (ТЭК) (ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА) – сложная совокупность больших, непрерывно развивающихся производственных систем (угле-, нефте-, газоснабжающих, ядерно-энергетической и электроэнергетической, тепло-снабжающей) для получения, преобразования, распределения и использования природных энергетических ресурсов и энергии всех видов.

ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ – электрохимический элемент, отличающийся тем, что активные вещества к нему подаются извне, а электроды в электрохимических превращениях не участвуют. В топливном элементе происходит реакция горения водорода, но она разделена на два процесса: в одном из которых участвует водород, а в другом – кислород. КПД достигает 65–70%.

ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА – энергетика, топливно-энергетическая база которой включает в основном традиционные виды органического топлива: уголь, газ, нефть.

ТРУБНЫЕ ПУЧКИ КОТЛА – теплообменники в парогенераторной части котла, выполненные в виде пучка труб, предназначенные для нагрева питательной воды, парообразования и нагрева пара за счет теплоты дымовых газов, образующихся при горении топлива.

ТУРБОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА – жестко соединенные на одном валу турбина и приводимый ею во вращение электрический генератор переменного или постоянного тока.

У

УДЕЛЬНАЯ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТОПЛИВА – количество энергии, приходящееся на единицу массы физического тела энергоресурса.

УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ (ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ) (DEMAND SIDE MANAGEMENT, DSM) – использование законодательных, финансово-экономических механизмов (фискальной, кредитно-денежной политики), технических программ в целях регулирования совокупного спроса на энергоресурсы (энергопотребления) для обеспечения энергоэффективности национальной экономики.

УПРАВЛЯЕМОСТЬ СИСТЕМЫ – свойство системы, определяющее целенаправленность ее движения (изменение состояния) на основе некоторого алгоритма управления. Управляемость на основе эргатичности означает непосредственное включение человека в контур управления.

УСЛОВНОЕ ТОПЛИВО – топливо, при сгорании 1 кг которого выделяется $29,3 \cdot 10^6$ Дж, или 7000 ккал энергии. Понятие введено для сопоставительного измерения по качеству количества различных видов энергоресурсов. Единица измерения в СНГ – 1 тонна условного топлива (т.у.т.) За рубежом применяется идентичное по сути и функциональ

ному назначению единица измерения – тонна нефтяного эквивалента, т.н.э. (tonne of oil equivalent, t.o.e.); 1 т.н.э. = $41,86 \cdot 10^9$ Дж.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ – получение полезной энергии из тепловой энергии уходящих, отработанных газов в установках внешнего теплоиспользования, что повышает энергоэффективность производства в целом.

УТИЛИЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ – установки и системы для использования энергетического потенциала ВЭР: котлы-утилизаторы, теплообменники, печи, газотурбины, системы оборотного водоснабжения для снижения расхода технологической воды, тепловые насосы и т.д.

Ф

ФИНАНСОВЫЙ ЛИЗИНГ – комплекс имущественных и экономических отношений, возникающих в связи с приобретением в собственность имущества и последующей сдачей его во временное владение и пользование за плату на срок, приближающийся по продолжительности к сроку его эксплуатации и амортизации всей или большей части стоимости имущества; в течение срока договора лизингодатель за счет лизинговых платежей, как правило, возвращает себе всю стоимость имущества и получает прибыль от лизинговой сделки.

ФИРМА – организация, использующая ресурсы для производства товара или услуги с целью получения прибыли, владеющая или управляющая одним или несколькими предприятиями.

ФОНДЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – фонды (система резервов денег и материальных ресурсов, продукции), созданные для интенсификации осуществления государственных политики и программ энергосбережения. В Беларуси созданы внебюджетный фонд «Энергосбережение», централизованный инновационный фонд концерна «Белэнерго», отраслевые, городские фонды.

ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ – источники электрического тока на основе прямого преобразования энергии солнечного излучения в электроэнергию (солнечные батареи), использующие явление фотоэффекта запирающего слоя. КПД составляет около 15%.

ФОТОСИНТЕЗ – процесс углеродного питания зеленых растений, осуществляемый при помощи световой энергии, поглощаемой пигментом хлорофиллом; заключается в естественном преобразовании энергии солнечного света в потенциальную химическую энергию органических веществ. Животные существуют за счет прямого или косвенного получения энергии и вещества от растений; этот процесс соответствует трофическому уровню фотосинтеза.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ – превращение энергии излучения электромагнитных волн оптического спектра в энергию электронов.

ФОТОЭЛЕМЕНТ – единичное устройство фотоэлектрического преобразования энергии, в котором электронный поток или электрический ток управляются светом.

ФОТОЭФФЕКТ – процесс полного или частичного освобождения заряженных частиц в веществе в результате поглощения квантов оптического диапазона (фотонов). Различают внешний, внутренний фотоэффекты, фотоэффект запирающего слоя.

ФРЕОНЫ (ХЛАДОНЫ) – галоидпроизводные предельных углеводородов; используются в качестве хладагента в компрессионных и турбокомпрессионных системах производства холода.

Х

ХВОСТ (ХВОСТЫ, ОТХОДЫ) – 1) пустая порода, отсортированная от исходного материала в ходе обогащения; 2) отбросы угольной разработки, как правило, отсортированные путем промывки.

Ц

ЦЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА (подцели миссии общего менеджмента) – удовлетворение потребностей организации в энергии (обеспечение графиков нагрузки) при минимуме отрицательного влияния на окружающую среду, а также достижение энергоэффективности, энергосбережение. Одна из целей менеджмента в масштабах страны и критерий его результативности – выравнивание национальной кривой нагрузки.

ЦЕНОВОЕ И ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ – один из инструментов финансового регулирования рыночной экономики государством посредством контроля цен, тарифов и входа (выхода) на рынок. Государство вправе устанавливать на продукцию предприятий-монополистов, на базовые для данной страны производственные ресурсы предельные цены, на социально значимые товары массового спроса – предельные уровни розничных цен (или надбавок к ним), а также рентабельность производящих их предприятий. Регулирование ценообразования и доступа на рынки с более чем одним продавцом имеет цель гарантировать минимальный уровень услуг и предотвратить установление монополистической власти.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ – снабжение потребителей, удаленных друг от друга, тепловой энергией от одного общего источника – ТЭЦ энергосистемы или центральной котельной района.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИКИ – снабжение потребителей электрической и тепловой энергией от электростанций национальной энергосистемы.

Э

«ЭКОДОМ» – жилище, в котором практически не используются невозобновляемые источники энергии, обладает низким, почти нулевым энергопотреблением, не наносит вреда природе и здоровью человека;

для канализации предусматривает локальные биологические системы утилизации хозяйственно-бытовых стоков замкнутого цикла или компостные туалеты.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – потенциал, определяемый максимально возможным снижением за счет энергосберегающих мероприятий на объекте экологического ущерба, наносимого выбросами вредных веществ (CO_2 , NO_x , SO_2 и др.), излучениями и т.п. от этого объекта, а также занимаемой им территории.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ОБОРУДОВАНИЕ – производственное или коммунально-бытовое оборудование, наносящее минимальный ущерб окружающей среде по сравнению с аналогами на настоящем этапе научно-технического прогресса.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – эффекты снижения отрицательного воздействия производственно-экономической и бытовой деятельности человека на окружающую среду, ее поддержания и устойчивого развития (sustainable development), сопутствующие реализации политики и программ энергосбережения.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ – устойчивое развитие биосферы (sustainable development), возможное при таком функционировании человеческого общества, когда его результирующее воздействие на окружающую природную среду (экологическая нагрузка) остается в пределах хозяйственной ёмкости биосферы, чем сохраняется естественный биотический механизм регуляции окружающей среды, не разрушается природная основа воспроизведения жизни.

ЭКОНОМАЙЗЕР – устройство, повышающее экономичность котельной установки за счет использования тепла отходящих дымовых газов; представляет собой теплообменник для подогрева питательной воды или, реже, воздуха, поступающего в топку.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ФИНАНСОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – методы и средства экономической и финансовой по

литики, создающие экономическую заинтересованность производителей и потребителей топливно-энергетических ресурсов в их эффективном использовании, вовлечении в топливно-энергетические балансы предприятий не традиционных и возобновляемых источников энергии, а также инвестировании средств в энергосберегающие мероприятия. Полигоном для отработки финансово-экономических механизмов энергосбережения, инструментом их распространения служат энергоэффективные зоны и проекты.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – рентабельная часть технического потенциала, освоение которой зависит от наличия инвестиций и определяется окупаемостью капиталовложений в энергосбережение.

ЭКСЕРГИЯ – характеристика энергетической эффективности (работоспособности) различных видов энергии, определяет максимальную способность материи к совершению работы в таком процессе, конечное состояние которого определяется условиями термодинамического равновесия с окружающей средой. Используется для оценки качества энергии, ее работоспособности. Энергосбережение означает сбережение эксергии, т.е. работоспособности энергии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДСТАНЦИЯ – электрическая установка для изменения параметров (электрического напряжения, рода и частоты тока) передаваемой электроэнергии, применяемая в системах электроснабжения.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ – часть электроэнергетической системы, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии, содержащая преобразовательные подстанции, линии электропередачи (ЛЭП) и распределительные устройства.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ – предприятие по производству электрической и, в ряде случаев, тепловой энергии; использует совокупность, объединенных единым режимом технических агрегатов, устройств и системы управления ими для осуществления

технологических процессов преобразования первичной энергии во вторичную.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СВН, УВН – электромагнитные излучения промышленной частоты (50 Гц), генерируемые токоведущими частями линий передачи, преобразовательных подстанций, распределительных устройств сверх-, ультра-высокого напряжения (330, 500, 750, 1150 кВ переменного и 400–1500 кВ постоянного тока) электроэнергетических систем. Являются источником радиопомех, биологического воздействия на живые организмы, акустических шумов.

ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧА – сооружение, состоящее из преобразовательных повысительной и понизительной подстанций, линии (системы электрических проводов), в ряде случаев – промежуточных подстанций или пунктов для отбора мощности и (или) оптимизации режима. Может служить для выдачи мощности от электростанции, транзита электроэнергии, связи между электростанциями или энергосистемами, распределения и доставки электроэнергии потребителям.

ЭЛЕКТРОПРИВОД – система, осуществляющая управляемое преобразование электрической энергии в механическую, а также обратное преобразование с целью приведения в действие какой-либо технологической установки для совершения ею полезной работы.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР – устройство прямого преобразования химической энергии в электрическую с помощью водородно-кислородных топливных элементов.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ЭЭС) – совокупность взаимосвязанных единством схем и режимов оборудования и установок по производству, преобразованию и доставке конечным потребителям электрической энергии. Включает электрические станции, подстанции, линии электропередачи, электрические сети, центры потребления электрической энергии.

ЭМЕРДЖЕНТНОСТЬ – свойство больших сложных систем, означающее появление у них качественно новых свойств, не присущих составляющим их внутренним системам, и появление у последних также новых свойств, которыми они не обладали при изолированном функционировании.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ГОРОДА – обеспечивающая жизнедеятельность населения города и функционирование всех его служб организационно-техническая система способов и средств энергообеспечения, включающая в качестве основных элементов источники, устройства преобразования, сети транспорта и распределения топливно-энергетических ресурсов, а также сами энергопотребляющие системы: освещение, отопление, вентиляцию, газоснабжение, водоснабжение и т.д.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НАУКА (ЭНЕРГЕТИКА) – отрасль теоретических и прикладных знаний об энергоиспользовании: производстве, преобразовании, передаче, распределении и потреблении энергии в различных ее формах.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА – проблема достаточного и надежного энергообеспечения человечества и рационального энергопотребления при шадящем влиянии на окружающую среду. Ее решение – непрерывный динамический процесс, требующий согласованных действий всех государств, организаций и отдельных людей, включает технические и социально-экономические аспекты.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ – государственная программа развития энергетического сектора национальной экономики Республики Беларусь на период до 2010 г. Утверждена в октябре 1992 г.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ЭНЕРГЕТИКА) – совокупность больших естественных (природных) и искусственных (созданных человеком) систем, предназначенных для получения, преобразования, распределения и использования экономикой энергетических ресурсов всех видов.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ (ТОВАРОВ, УСЛУГ) – часть себестоимости продукции, являющаяся денежным выражением затрат энергетических ресурсов всех видов и форм на производство продукции (товаров, оказание услуг), включая как овеществленную энергию, так и технологический расход энергии, т.е. потери.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ – основной инструмент энергетического менеджмента на всех его уровнях: национальном, отраслевом, региональном, городском, предприятия. Их цель – выявить источники энергосбережения, оценить потенциал энергосбережения и разработать программу энергосберегающих мероприятий и технологий (ЭСМТ) с установлением приоритетов их внедрения.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЛАНТАЦИИ – искусственные плантации для выращивания биомассы с целью последующего преобразования биологической энергии.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ – материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФЕРМЫ – предприятия для производства биотоплива как основного или побочного продукта сельскохозяйственного производства, лесоводства, речного и морского хозяйства, промышленной и бытовой деятельности человека.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ – вид энергетического обследования предприятия, проводимого внешними, независимыми организациями (правительственными или наделенными правом консультационными агентствами, имеющими высококвалифицированных экспертов и современные портативные сертифицированные контрольно-измерительные приборы) при информационно-техническом содействии персонала самого предприятия.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС – отсутствие достаточного количества топливно-энергетических ресурсов для покрытия потребностей стра

ны; как правило, является следствием экономического и политического кризисов в данной стране и вызван нерациональной структурой топливно-энергетической базы экономики.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ (ЭНЕРГЕТИКА) – сектор национальной экономики, охватывающий ее энергообеспечение, т.е. производство, экспорт-импорт, преобразование, транспорт и распределение энергетических ресурсов.

ЭНЕРГИЯ – способность тела или системы тел совершать работу. На практике в основном используют механическую, электрическую, электромагнитную, тепловую, химическую, атомную (внутриядерную) энергию. Закон сохранения энергии: энергия не может быть уничтожена или получена из ничего, она может лишь переходить из одного вида в другой.

ЭНЕРГОАУДИТ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ – обследование состояния и тенденций энергоиспользования национальной экономикой с целью: 1) оценки потенциала энергосбережения, его структуры по отдельным отраслям для учета при планировании развития экономики; 2) разработки энергосберегающей политики и оценки результатов энергетического менеджмента для ее коррекции.

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ, ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ ЭКОНОМИКИ – одни из основных макроэкономических показателей состояния национальной экономики; равны соответственно отношению суммарного потребления энергии и подведенной электрической энергии к объему валового внутреннего продукта. Различают энергоемкость по первичной и подведенной энергии.

ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ МАКРОУРОВНЯ – энергетический менеджмент на международном уровне, в стране, области, городе, в отрасли экономики. На каждом уровне цели энергоменеджмента различны, используются свои концепция и технологии (методики, средства, способы) энергосбережения.

ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ МИКРОУРОВНЯ – энергетический менеджмент внутри предприятия, учреждения, фирмы, в семье.

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ – один из основных макроэкономических показателей состояния национальной экономики; равен объему энергии, потребляемой одним жителем данного государства. Различают энергопотребление на душу населения по первичной, подведенной энергии, а также по подведенной электрической энергии.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ – технологии и оборудование, признанные научно-техническим мировым сообществом на данный период времени наиболее энергоэффективными.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭКВИВАЛЕНТЫ топливной базы, транспорта, электрической станции, электрических сетей и т. п. – расчетные эквиваленты энергосберегающих мероприятий и технологий, благодаря которым удастся избежать строительства реальных одноименных объектов с определенными энергетическими, экологическими и социально-экономическими эквивалентными параметрами.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПРОЕКТ – проект, в котором разрабатываются передовые энергосберегающие решения (энергоэффективные системы, технологии, устройства).

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД – электропривод со встроенной функцией энергосбережения путем поддержания электродвигателя в режиме оптимального КПД автоматическим отслеживанием изменения нагрузки с использованием частотных преобразователей или устройств плавного пуска и торможения.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – процесс, в ходе которого сокращается потребность в энергоресурсах и энергоносителях в расчете на единицу конечного полезного эффекта от их применения. Энергосбережение обеспечивается межотраслевым подходом, организационной, научной,

практической, информационной деятельностью государственных органов, юридических и физических лиц, направленной на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ – характеристика социально-экономической, технической системы, технологического процесса, производственного оборудования, бытовых приборов и т.д., предполагающая максимальное использование ими эксергии (способности совершать работу) энергетических ресурсов. Энергоэффективность – результат процесса энергосбережения.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – технологии организации и осуществления эффективного использования энергии, т.е. методики и средства энергосбережения в областях организации, технологии (технические решения конструкций и производственных процессов) и поведения.

ЭНТРОПИЯ – термодинамическая функция, характеризующая состояния и возможные изменения состояний материальных систем, мера их неупорядоченности. Закон возрастания энтропии (принцип необратимости) состоит в том, что если в изолированной системе есть разница температур и система предоставлена сама себе, то с течением времени температура все более выравнивается и работоспособность замкнутой системы падает до нуля.

ЭРГАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – система, управляемая при решающем участии человека.

ЭФФЕКТИВНОЕ ЭНЕРГОИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ – уровень и структура потребления энергоресурсов, исключаящие их нерациональный расход и ненормативные потери.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автоматизация управления производственными процессами – 196, 197
- Аккумуляирование энергии – 89–96, 122, 123, 178
- системы механические – 89–92
- электрические – 92–94
- химические – 94, 95
- аккумуляторы тепловой энергии – 95, 96
- Баланс топливно-энергетический (ТЭБ) – 123, 124
- Белорусский государственный энергетический концерн – 134
- Возобновляемые источники энергии – 249–268
- биологическая энергия – 252–255
- биомасса – 252–255
- ресурсы гидроэнергетические – 255–257
- ветроэнергетические – 257, 258
- геотермальные – 266
- солнечная энергия – 258–266
- Генератор
- термоэлектрический (ТЭГ) – 102–104
- электрохимический – 104–106
- Графики нагрузки – 86–89, 124, 125, 179
- Децентрализация энергообеспечения экономики – 81, 125, 183, 220, 222
- Закон «Об энергосбережении» – 17, 142–146
- термодинамики I-ый – 68
- термодинамики II-ой – 69, 72
- Исрархия – 116
- менеджмента энергетического – 19, 58–60
- Интегрированная автоматизированная система управления энергосбережением (ИАСУЭ) – 130, 136
- Источники генерирующие – 122, 124, 125, 176
- Кривые спроса, предложения – 149
- Кризис энергетический – 16, 20, 34–38
- Критерии результативности энергоменеджмента – 59
- Комитет Государственный по энергосбережению и энергетическому надзору – 17
- Компрессорные станции, оборудование – 177, 187, 188
- Комфорт энергетический – 233
- Концепция учета энергосбережения при планировании развития и управлении ТЭЖ – 126–128
- Концепция энергосбережения в городах – 213, 214
- Котельная – 176, 177, 185, 186, 273
- заводская – 176, 186
- Котлы-утилизаторы – 177
- Магнитогидродинамический (МГД) метод, генератор – 97–101
- Матрицы энергосберегающих мероприятий и технологий (ЭСМТ) – 129, 130, 198, 199, 203
- – – – – промпредприятий – 201
- Машина тепловая – 72, 73
- КПД – 73–75
- Менеджер – 15
- Менеджмент – 15–19
- миссия – 15, 16

- Менеджмент энергетический – 16–18, 26
 -- макроуровня – 19
 -- микроуровня – 19
- Менеджмента энергетического задачи – 54, 89, 133
 -- принцип основной – 59
 -- структура – 57–60
 -- функции – 61, 62
- Механизмы экономические и финансовые энергосбережения – 144, 148–152
 -- -- использования местного топлива – 274
 -- ценовое и тарифное регулирование – 152–161
- Многокритериальность – 116
- Национальная кривая нагрузки – 59, 87, 89
- Нормирование энергопотребления – 150, 162–168
 классификация норм расхода – 163–165
 -- нормативных показателей – 167
- Окружающая среда – 16, 19
 влияние энергоиспользования – 24, 25, 244–247
 мониторинг – 249
- Организация – 15
- Организованность системы – 115
- Освещения системы – 227–231
 -- энергоэффективные – 227, 228
 лампы компактные люминесцентные (КЛЛ) – 230, 236
- Отходы твердые бытовые (ТБО) – 231, 232
- Планирование снабжения энергоресурсами (Supply Side Management) – 57, 58
- Плантации энергетические – 253, 254
- Показатели энергоэкономические – 52–54
 нормирование энергопотребления – 165–167
- Пользователи топливно-энергетических ресурсов – 143
- Потенциал энергосбережения – 51, 128–131, 197
 -- технический – 129
 -- экономический – 130
 -- экологический – 130
 -- поведенческий – 131
 -- в жилищно-бытовом секторе – 233–237
- Потребители энергии – 120, 122, 123, 177–179
- Преобразование тепловой энергии в механическую – 72–75
- Преобразование энергии на ТЭС – 76
 -- на ГЭС – 82
 -- в ГТУ – 83
- Преобразование прямой энергии – 96–106
 -- -- световой – 104, 264, 265
- Преобразователь термоэмиссионный (ТЭП) – 103, 104
- Программа государственная «Энергосбережение» – 17
- Программа Энергетическая РБ – 57
- Продукт мировой валовой (МВП) – 48
 -- валовой внутренний (ВВП) – 53
- Проект энергосберегающий – 62
- Производители топливно-энергетических ресурсов – 143
- Производство безотходное, малоотходное – 247, 248
- Реструктуризация экономики – 150
 -- управления сектором энергетическим – 135
- Ресурсы энергетические (топливно-энергетические) – 31
 классификация – 31, 32
 -- первичные – 31
 -- вторичные – 38
 -- конечные – 38
 -- возобновляемые – 32, 249–268
- Ресурсы энергетические предприятия – 174–177
 -- -- первичные – 174–177

- вторичные (ВЭР) – 174, 175, 191, 192, 268–270
- Рынок, рыночные механизмы – 149–150
- Санация жилых зданий – 215–218
 - термореабилитация – 216, 217
 - «термошуба» – 217
- Система большая 115–118
 - электроэнергетическая – 119, 124, 125
 - электроэнергетическая РБ – 56
 - теплоэнергетическая – 119, 124
 - энергетическая национальная – 81, 125, 134, 135
 - эргатическая – 116
 - энергетического менеджмента – 19, 57–60
 - энергосбережения – 126–128
- Системный подход – 115, 117, 118
 - к учету энергосбережения – 128
- Системы энергообеспечения предприятия (фирмы) – 174–180
 - технологические нужды – 177
 - технологическое энергопотребление – 177, 178
 - эффективное энергоиспользование – 180, 181
- Согласованное планирование и управление энергоресурсами (Integrated Resource Planning) – 57, 58
- Солнечные нагревательные системы – 259–261
- Специалист по энергетическому менеджменту – 17
- Структура мирового потребления энергетических ресурсов – 38–41
- Схема теплоэлектростанции (ТЭС) – 75, 76
- Тарифы – 152, 153
 - энергетические – 152–161
 - одноставочные – 154, 155
 - двухставочные – 155, 156
 - дифференцированные, зонные – 89, 156–158, 160
- Тарифов принципы и функции – 158, 159
 - регулирование государственное – 159, 160
 - проблемы и перспективы – 153, 154, 161
- Тепловой насос – 189–191, 261
- Тепловые пункты – 176, 221, 223
 - индивидуальные (ИТП) – 176, 221
 - центральные (ЦТП) – 176, 221
- Тепловые сети – 218
- Теплопроводы предизолированные (ПИ-теплопроводы) – 218
- Теплоснабжение – 81, 219–224
 - централизованное – 81, 220, 221
 - децентрализованное – 220, 222
 - локальные отопительные системы (ЛОС) – 222, 223
- Технология энергоснабжения – 46, 47
 - энергоэффективная – 19, 181, 182
 - учета энергосбережения – 131, 132
- Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) – 54–57, 118–120
 - структура ТЭК – 119, 120, 122
 - технологический процесс в ТЭК – 120–123
 - планирование развития ТЭК – 125–132
 - управление ТЭК – 133–136
- Топливо
 - биотопливо – 252, 254, 255, 273
 - органическое – 31, 35–37, 39
 - древесное – 56, 255, 271–274
 - водород – 34, 91, 92, 104–106
 - местное – 248, 271–274
 - нефть, газ – 33, 37, 39, 40, 55, 56, 107, 108
- Турбина паровая – 78, 80
- Управление – 15, 16, 117, 118
 - использованием энергии – 16, 180, 181
 - использованием энергии на предприятии – 180, 181
 - производственными процессами – 196, 197

- ТЭК и его подсистемами – 120, 125, 133–136
- спросом на энергию, т. е. энергопотреблением (Demand Side Management) – 57, 58, 89
- энергосбережением – 133–135, 143–145
- Управленческая деятельность – 15
 - функция – 15
- Управляемость системы – 116
- Условное топливо – 33
 - удельная энергоёмкость – 33
- Установка биогазовая – 255
 - ветроэнергетическая (ВЭУ) – 257, 258
 - газотурбинная (ГТУ) – 82–84, 182–186
 - парогазовая – 84, 85, 182–185
 - теплонасосная 183, 189–192
- Утилизация вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) – 247, 248
 - мусора – 231, 232
- Учет, контроль и управление энергопотреблением – 165, 167, 206–212
 - автоматизированная система контроля и управления энергопотреблением (АСКУЭ) – 207–210
- Учет расхода ТЭР – 168
 - – – коммерческий, технический – 209, 210, 212
 - – – первичный приборный – 211–213, 236, 237
 - регулирование расхода ТЭР – 209–212
- Финансирование энергосбережения – 61
- Фонд внебюджетный
 - «Энергосбережение» – 151
- Холодильная техника – 72, 188, 189, 237, 261
- Цели энергетического менеджмента – 16, 18, 19, 57, 58, 87
- Цикл парогазовый – 84, 85
- Эквиваленты энергосберегающие – 131, 132
- «Экодом» – 219
- Экология энергосбережения – 244–274
 - кислотные дожди – 245
 - парниковый эффект – 245, 246
- Экологические эффекты энергосбережения – 244–247
- Экономика – 116, 119, 120, 126, 148, 149
 - энергоёмкость, электроёмкость – 52, 53
 - сектор энергетический РФ – 54–57
- Эксергия – 68
 - концентрация эксергии – 70
- Электропривод энергосберегающий – 192–195
 - регулируемый – 194, 195
- Электростанции – 75–85, 88
 - виды – 75
 - тепловые (ТЭС) – 75–85
 - конденсационные (КЭС) – 75, 76–79
 - теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) – 75, 79–81, 176
 - малые, мини-ТЭЦ – 81, 182–185, 273
 - солнечные (гелиотермические) – 261–264
 - атомная (АЭС) – 81, 101
 - гидравлическая (ГЭС) – 82, 256
 - малые ГЭС – 256
 - гидроаккумулирующие (ГАЭС) – 90, 91, 257
 - МГД – 100, 101
 - солнечные (прямое преобразование) – 264, 265
- Элемснт топливный – 104–106
- Энергетика – 15
 - национальная – 38, 41, 125, 134, 135
 - малая – 183
- Энергетики история – 20–22
 - проблемы – 16, 142
 - задачи управления – 24–26, 133–135
 - перспективы развития 46
 - топливная база – 41
- Энергетический аудит и обследование – 61, 197–206

- задачи – 199–201
- методика для предприятия – 202–206
 - национальной экономики – 61
- потери энергии – 198–200
- Энергия – 67
 - виды – 67
 - Солнца – 32, 258–266
 - электрическая – 21, 70–72, 108, 109, 118
 - тепловая – 68, 69
- Энергии использование – 15, 49–51, 123
 - качество – 67–70
 - транспорт и распределение – 81, 106–109
 - потребление – 47–51, 54, 122, 123, 177–180, 233
- Энергосбережение – 17–19, 25, 26, 68, 119, 126–132, 142
 - в быту – 233–237
 - в градостроительстве – 215–219
 - на транспорте – 224–227
 - структурное – 150, 180
- Энергосбережение
 - история – 20–22
 - источник энергии – 40, 41, 51, 127, 128, 132
 - концепция, технологии – 17–19, 25, 26
 - управление – 26, 134–136, 180, 181
 - государственная политика – 17, 19, 25, 26, 49–51, 57, 142, 150–152
 - государственные программы – 17, 49–51, 146–148, 181
 - фонды – 151
- Энергосбережения основы правовые – 61, 142–148
 - физико-технические – 66–110
 - экономические – 148–168
- Энтропия – 69
- Ядерное топливо – 36, 39, 40, 121

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>О проблемах энергосбережения и предлагаемой книге</i>	5
<i>От автора</i>	8
Глава 1.	
ЧТО ТАКОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ?	
ИСТОРИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	14
Цели	14
1.1. Энергетический менеджмент как часть общего менеджмента	15
1.2. История энергоиспользования и энергосбережения	20
1.3. Глобальная задача управления энергетикой	22
<i>Резюме</i>	27
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	28
<i>Литература</i>	28
Глава 2.	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ИХ ПОТРЕБЛЕНИЯ	30
Цели	30
2.1. Основные понятия и определения	31
2.2. Энергетический кризис: суть и причины	34
2.3. Структура мирового потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР)	38
<i>Резюме</i>	42
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	42
<i>Литература</i>	43
Глава 3.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА	
И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	45
Цели	45
Предварительное замечание	46
3.1. Основные стадии технологии энергоснабжения	46

3.2. Динамика потребления энергии	47
3.3. Основные энергоэкономические показатели	52
3.4. Краткая характеристика энергетического сектора экономики Республики Беларусь	54
3.5. Структура и функции энергетического менеджмента	57
<i>Резюме</i>	62
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	63
<i>Литература</i>	64

Глава 4.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	66
Цели	66
4.1. Виды энергии. Качество энергии	67
4.2. Преобразование энергии тепловой в механическую	72
4.3. Виды электростанций. Тепловые электростанции	75
4.4. Газотурбинные и парогазовые установки	82
4.5. Графики нагрузки и аккумулярование энергии	86
4.6. Методы и перспективы прямого преобразования энергии ...	96
4.7. Транспорт и распределение энергии	106
<i>Резюме</i>	109
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	110
<i>Литература</i>	112

Глава 5.

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (ТЭК)

И УПРАВЛЕНИЕ ИМ	114
Цели	115
5.1. Большие системы и их свойства	115
5.2. Понятие о топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) и его структуре	118
5.3. Технологический процесс в ТЭК. Топливо-энергетический баланс (ТЭБ)	120
5.4. Электроэнергетическая и теплоэнергетическая системы ...	124
5.5. Учет энергосбережения при планировании развития и управлении ТЭК	126

5.6. Структура управления ТЭК и системой энергосбережения Республики Беларусь	133
<i>Резюме</i>	136
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	138
<i>Литература</i>	139

Глава 6.

ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Цели	141
6.1. Основные правовые и нормативные документы в области энергосбережения	142
6.2. Экономические и финансовые механизмы энергосбережения	148
6.3. Ценовое и тарифное регулирование	152
6.4. О нормировании энергопотребления	162
<i>Резюме</i>	169
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	170
<i>Литература</i>	171

Глава 7.

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Цели	174
7.1. Способы и средства энергосбережения на предприятиях и фирмах	174
7.2. Основные технические направления эффективного использования энергии	182
7.3. Энергетические аудиты и обследования	197
7.4. Учет, контроль и управление энергопотреблением	206
7.5. Эффективное использование энергии в населенных пунктах	213
7.6. Энергосбережение в быту	233
<i>Резюме</i>	237
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	240
<i>Литература</i>	241

Глава 8.

ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	243
Цели	243
8.1. Экологические эффекты энергосбережения	244
8.2. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии	249
8.3. Вторичные энергоресурсы	268
8.4. Местные виды топлива	271
<i>Резюме</i>	274
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	276
<i>Литература</i>	277
Заключение	279
Рекомендуемые темы для рефератов	283
Принятые сокращения и обозначения	286
Словарь основных понятий и определений	289
Предметный указатель	337

*Автор благодарна всем сотрудникам
издательства «ТЕХНОПРИНТ»,
его директору А.П. АНОШКО и редактору Н.Ф. КРИЦКОЙ
за их добросовестный, кропотливый труд.*

THE FUNDAMENTALS OF ENERGY SAVING

Tatyana POSPELOVA

The modern concept, basic notions and principles of efficient energy using are given. Tools and methods of energy saving are considered in the framework of market economics. World experience in the domain of energy efficiency, condition and prospects of energy saving in the Republic of Belarus are analyzed.

The book is intended for students of technical and economic specialties of higher educational establishments and recommended as the textbook by the State Committee for Energy Saving and Energy Supervision of the Republic of Belarus. It would be useful for a broad circle of aspirants, professors, engineers and managers.

Brief reference:

In the Republic of Belarus the Law "On Energy Saving" and the system of State, regional, industrial programs for energy saving are launched and carried out. There is the powerful State policy in Belarus to increase efficiency of fuel and energy resources use, to solve organizational, juridical, technical and economical problems on priority directions of energy saving.

Activities coordination, idea, organization, methodical regulation are executed by the State Committee for Energy Saving and Energy Supervision of the Republic of Belarus. Its Chairman L. **DUBOVIK** has initiated complex interdepartmental approach to energy saving activities in Belarus and he is at the head of the activities today.

The educational course on energy saving given in the book is created by the author T. POSPELOVA during few years. It is the result of a generalization of the progressive national and international experience and original materials of some own investigations of the author and her aspirants in the field of energy saving and management.

The author is thankful to the central staff of the State Committee for Energy Saving and Energy Supervision of the Republic of Belarus and first of all to the Vice-Chairman of the State Committee **A. SAVANOVICH** for effective assistance and some consultations and also to Professor of the Ecole des Mines de Paris, **Mr. J. ADNOT** and Professor of the University «PARIS-7» **M. I. ARDITI** for useful information and fruitful discussions. The author thanks Vice-Chairman of the State Committee **V. FEDOSEEV**, the Director of the State Research Investigation Enterprise BelTEL, Dr. **F. MOLOCHKO**, the Director of the BelVIEC, Dr. **V. KOUZMICH** for scientific editing of the book and the useful advices and also the Director of the Republic Educational Center of the BSPA, Professor **E. SAPELKIN** for the consultations on the questions of general management.

It is the first edition of the book. The author is realizing multiplicity and complication of problems in the field of energy saving, theirs permanent development and changeability. She would be like to receive all constructive remarks and wishes to improve future editions of the book.

CONTENTS

<i>About Problems of Energy Saving and the Offered Book</i>	5
<i>From the Author</i>	8

CHAPTER 1.

WHAT DOES ENERGY MANAGEMENT MEAN?

HISTORICAL OVERVIEW OF ENERGY SAVING

14

Objectives

14

1.1. Energy Management as a Part of a General Management

15

1.2. History of Energy Using and Energy Saving

20

1.3. Global Task of Energy Industry Management

22

Summary

27

Questions and Tasks for Self-Study Check

28

Bibliography

28

CHAPTER 2.

PRELIMINARY CHARACTERISTICS OF ENERGY

RESOURCES AND THEIR CONSUMPTION

30

Objectives

30

2.1. Fundamental Definitions and Notions

31

2.2. Energy Crisis: Essence and Reasons

34

2.3. Structure of World Consumption of Fuel-Energy Resources (FER)

38

Summary

42

Questions and Tasks for Self-Study Check

42

Bibliography

43

CHAPTER 3.

DEVELOPMENT PROSPECTS OF ENERGY INDUSTRY

IN THE WORLD AND IN THE REPUBLIC OF BELARUS

45

Objectives

45

Preliminary Remark

46

3.1. The Main Stages of Energy Supply Technology

46

3.2. Dynamics of Energy Consumption

47

3.3. The Basic Energy Economical Indexes

52

3.4. Short Characteristics of the Energy Branch of the Economics of the Republic of Belarus	54
3.5. Structure and Functions of the Energy Management	57
<i>Summary</i>	62
<i>Questions and Tasks for Self-Study Check</i>	63
<i>Bibliography</i>	64

CHAPTER 4.

PHYSICAL AND TECHNICAL PRINCIPLES

OF ENERGY SAVING	66
<i>Objectives</i>	66
4.1. Forms of Energy. Quality of Energy	67
4.2. Thermal Energy Conversion to Mechanical Energy	72
4.3. Kinds of Power Plants. Thermal Power Plants	75
4.4. Gas-turbine and Steam-gas-turbine Sets	82
4.5. Load Curves and Energy Accumulation	86
4.6. Methods and Prospects of Energy Direct Transformation	96
4.7. Transportation and Distribution of Energy	106
<i>Summary</i>	109
<i>Questions and Tasks for Self-Study Check</i>	110
<i>Bibliography</i>	112

CHAPTER 5.

FUEL-ENERGY COMPLEX (FEC) AND ITS MANAGEMENT ...

<i>Objectives</i>	115
5.1. Large Systems and Their Properties	115
5.2. Notion on a Fuel-Energy Complex (FEC) and Its Structure	118
5.3. Technological Process in a FEC. Fuel-Energy Balance (FEB)	120
5.4. Electrical Energy and Thermal Energy Systems	124
5.5. Taking into Consideration Energy Saving in FEC Development Planning and FEC Management	126
5.6. The Structure of Management of the FEC and the Energy Saving System in the Republic of Belarus	133
<i>Summary</i>	136
<i>Questions and Tasks for Self-Study Check</i>	138
<i>Bibliography</i>	139

CHAPTER 6.**JURIDICAL AND ECONOMICAL PRINCIPLES**

OF ENERGY SAVING	141
<i>Objectives</i>	141
6.1. The Main Juridical and Normative Documents in the Field of Energy Saving	142
6.2. Economical and Financial Tools of Energy Saving	148
6.3. Price and Tariff Regulation	152
6.4. On Energy Consumption Rate Setting	162
<i>Summary</i>	169
<i>Questions and Tasks for Self-Study Check</i>	170
<i>Bibliography</i>	171

CHAPTER 7.**APPLIED PROBLEMS OF ENERGY EFFICIENT USE** 173

<i>Objectives</i>	174
7.1. Methods and Means to Save Energy at Enterprises and Firms	174
7.2. The Principal Technical Directions of Energy Efficient Use	188
7.3. Energy Audits and Inspections	197
7.4. Supervision, Monitoring and Management of Energy Consumption	206
7.5. Efficient Use of Energy in Cities and Populated Areas	213
7.6. Energy Saving at Home	233
<i>Summary</i>	237
<i>Questions and Tasks for Self-Study Check</i>	240
<i>Bibliography</i>	241

CHAPTER 8.**ENERGY SAVING ECOLOGY** 243

<i>Objectives</i>	243
8.1. Ecological Effects of Energy Saving	244
8.2. Non-Traditional Renewable Energy Sources	249
8.3. Secondary Energy Resources	268
8.4. Local Kinds of Fuel	271
<i>Summary</i>	274
<i>Questions and Tasks for Self-Study Check</i>	276
<i>Bibliography</i>	277

<i>Conclusion</i>	279
<i>Topics Recommended for Essays</i>	283
<i>Abbreviations and Symbols Used in the Book</i>	286
<i>Glossary</i>	289
<i>Subject Index</i>	337

The author thanks all collaborators of the publishing-office
"TECHNOPRINT",
it's Director **A. ANOSHKO** and editor **N. KRITSKAYA**
for their scrupulous work.

Научное издание

ПОСПЕЛОВА Татьяна Григорьевна
ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Ответственный за выпуск: *А. П. Аношко*
Редактор: *Н. Ф. Крицкая*
Корректор: *Луневич Т. И.*
Технический редактор: *Т. Н. Слесарчук*

Налоговая льгота – Общегосударственный классификатор
Республики Беларусь ОКРБ 007-98, ч. 1; 22.11.20.500

Сдано в набор 10.07.2000. Подписано в печать 06.09.2000.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 20,5. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Тираж 2000. Заказ 257.

УП “Технопринт”.
Лицензии ЛВ № 380, ЛП № 203.
220027, Минск, пр-т Ф.Скорины, 65, корп. 14,
тел. 231-86-93, 239-91-57.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

ПОСПЕЛОВА ТАТЬЯНА ГРИГОРЬЕВНА,

доктор технических наук, профессор. Закончила энергетический факультет Белорусского государственного политехнического института в 1972 г. с отличием, защитила кандидатскую диссертацию в 1975 г. и докторскую диссертацию в 1991 г. на тему:

"Научно-технические основы оценки и обеспечения эффективности электропередач с учетом экологических условий". 28 лет занимается педагогической деятельностью в Белорусской государственной политехнической академии, ведет научные исследования в области оптимизации электроэнергетических систем и электропередач, является специалистом в области охраны труда, энергетического менеджмента и экологических проблем энергетики. В 1996 г. прошла стажировку в Высшей технической школе (Ecole des Mines de Paris) во Франции и в 1999 г. учебный курс в Израильском институте технологий (TECHNION) по управлению энергоиспользованием и энергосбережению, участвует в организации образования по проблемам энергетического менеджмента и энергосбережения.

INFORMATION ON THE AUTHOR:

POSPELOVA TATYANA is a doctor of the technical sciences, a professor. She graduated the Power Faculty of the Belarusian State Polytechnic Institute in 1972, presented her candidate thesis in 1975 and her doctoral thesis on the topic "Scientific and Technical Fundamentals of Evaluation and Securing of Power Transmission Systems Efficiency with Taking into Consideration Environment Influence" in 1991. During 28 years she has been engaging in pedagogical activities and researches in the Belarusian State Polytechnic Academy (BSPA). Her researches and methodical works are in the spheres of optimization of energy systems and power transmissions, energy management, labour safety and ecological problems of energy industry. She finished courses on energy use management and energy saving in the Ecole des Mines de Paris in France (1996) and in the TECHNION in the State of Israel (1999). She takes an active part in organization of education in the domain of energy management and energy saving.