

**А.А. ХУДЕНКО**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ЭНЕРГИИ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**



*будівельник.*

**Худенко А. А.**  
**Х98** Рациональное использование энергии в строительстве. —  
К.: Будівельник, 1980. — 144 с., ил. — Библиогр.: с. 141—  
142.

В книге описаны во взаимосвязи с проблемами развития топливно-энергетического комплекса страны резервы экономии топлива, тепла и электроэнергии при изготовлении строительных конструкций, изделий и материалов, производстве строительно-монтажных работ и теплоснабжении зданий, а также возможные пути их реализации. Рассчитана на инженерно-технических работников проектных, научно-исследовательских и строительных организаций.

X  $\frac{30201-140}{M203(04)-80}$  53.80. 230205000 )

**ББК 38.6—4**  
**6С6**

*Анатолий Андреевич Худенко*

**Рациональное использование энергии в строительстве**

Редактор *В. А. Кочан*  
Худож. редактор *Н. Г. Аникина*  
Техн. редактор *Э. П. Золотарева*  
Корректор *Л. К. Нищенко*

Информ. бланк № 1211

Сдано в набор 23.04.80. Подп. в печ. 04.08.80. БФ 07246. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. тип. № 3. Лит. гарн. Выс. печ. Усл. печ. л. 9.  
Уч.-изд. л. 9,77. Тираж 7000 экз. Изд. № 175—78.  
Зак. № 0—1144. Цена 60 к.

Издательство «Будівельник». 252053 Киев-53,  
Обсерваторная, 25.

Киевская фабрика печатной рекламы РПО «Полиграфкнига»  
Госкомиздата УССР, 252067, Киев, 67, Выборгская, 84.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)</b> . . . . .	5
Характеристика ТЭР . . . . .	5
Планирование добычи и потребления ТЭР . . . . .	9
Основные направления повышения эффективности использования ТЭР	15
<b>Нормирование, учет и контроль использования ТЭР</b> . . . . .	20
Нормирование расхода ТЭР . . . . .	21
Учет расхода ТЭР . . . . .	32
Контроль использования ТЭР . . . . .	37
<b>Экономия энергии на стадии ее производства и потребления</b> . . . . .	41
Теплоснабжение зданий и производственных объектов . . . . .	42
Технологические процессы и агрегаты . . . . .	49
Использование вторичных энергоресурсов . . . . .	58
<b>Новая техника и технология производства и потребления энергии</b> . . . . .	63
Новые источники энергии и заменители топлива . . . . .	63
Энергоиспользующие процессы и средства для их осуществления . . . . .	70
Отопительная техника . . . . .	83
<b>Использование энергии возобновляемых источников</b> . . . . .	104
Солнечная энергия . . . . .	104
Геотермальное тепло . . . . .	117
Энергия ветра, морских волн, приливов и термальных градиентов . . . . .	122
<b>Защита окружающей среды</b> . . . . .	124
Масштабы загрязнения . . . . .	124
Контроль загрязнений . . . . .	131
Мероприятия по охране воздушного бассейна . . . . .	132
Экономические аспекты защиты окружающей среды . . . . .	140
<b>Список литературы</b> . . . . .	141

**А.А. Худенко**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ЭНЕРГИИ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

КИЕВ «БУДІВЕЛЬНИК» 1980

ББК 38.6—4

6С6

X98

УДК 658.26

**Рациональное** использование энергии в строительстве /Худенко А. А. — Киев: Будівельник, 1980. — 144 с.

В книге описаны во взаимосвязи с проблемами развития топливно-энергетического комплекса страны резервы экономии топлива, тепла и электроэнергии при изготовлении строительных конструкций, изделий и материалов, производстве строительного-монтажных работ и теплоснабжении зданий и возможные пути их реализации. Освещены инженерные, организационные и экономические мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на всех наиболее энергоемких процессах, установках и агрегатах.

Нормативные материалы представлены по состоянию на 01.03.80.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников проектных, научно-исследовательских и строительных организаций.

Табл. 9. Ил. 15. Библиогр.: с. 141—142.

Рецензент *Е. Р. Крамаренко*

Редакция литературы по строительным конструкциям, деталям и изделиям

Заведующая редакцией *А. А. Петрова*

X  $\frac{30201-140}{M203(04)-80}$  53.80.2302050000

© Издательство «Будівельник», 1980

## ВВЕДЕНИЕ

Советский Союз — одна из немногих стран мира, обладающих огромными запасами минерального топлива и развивающих экономику на основе собственных энергоресурсов, производство которых в настоящее время составляет почти одну пятую часть мирового их объема.

Однако в связи с тем что потребление энергии промышленностью, строительством, сельским хозяйством и другими ведущими отраслями увеличивается чрезвычайно быстро, удовлетворение потребностей народного хозяйства в топливе и энергии связано с рядом трудностей, в частности с тем, что все более возрастают затраты на добычу и транспортировку энергоресурсов. Поэтому чрезвычайно важно, как отмечалось на XXV съезде КПСС, следовать путем рационального расходования энергоресурсов и повышения эффективности их использования.

В соответствии с решениями XXV съезда КПСС рациональное и эффективное использование энергоресурсов стало одной из важнейших задач экономической политики партии; в настоящее время осуществляется широкая программа повышения эффективности использования топлива, тепла и электрической энергии.

В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» предусматривалось снизить нормы расхода котельно-печного топлива на 3—4%, электрической и тепловой энергии — на 5%, бензина и дизельного топлива — на 8%. В ближайшие 7—8 лет в целом по народному хозяйству необходимо обеспечить экономию органического топлива не менее чем вдвое по сравнению с уровнем экономии, достигнутым в 1980 г., т. е. добиться снижения расхода топливно-энергетических ресурсов в размере не менее 320 млн. т условного топлива.

Строительный комплекс (строительное производство и промышленность строительных материалов) является крупным потребителем топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на производство строительных материалов и конструкций, транспорт сырья и строительной продукции, механизированное выполнение строительно-монтажных работ, обогрев рабочих и техники в зимнее время, отопление и освещение производственных зданий предприятий строительной индустрии и др.

За последние годы коллективами многих строительных организаций и предприятий накоплен значительный опыт бережного

расходования топлива и энергии. Разрабатываются и осуществляются планы экономии энергоресурсов, ведутся коллективные и индивидуальные счета экономии, принимаются оптимальные решения по экономии тепла на уровне проектирования, совершенствуются технологические процессы и т. д. В строительстве и промышленности строительных материалов имеются огромные резервы экономии топлива и энергии.

Изучение и определение основных резервов экономии топлива и энергии должно производиться системно и базироваться на знании общих направлений и закономерностей развития топливно-энергетического комплекса и достижениях научно-технического прогресса в области производства и потребления топливно-энергетических ресурсов.

Именно с таких позиций автором предпринята попытка определения и анализа основных направлений повышения уровня рационального использования энергии в строительстве.

В книге кратко изложены вопросы теории и практики использования топливно-энергетических балансов в планировании потребления топлива и энергии, направления дальнейшего развития топливно-энергетического комплекса, основные положения и рекомендации по нормированию, учету и контролю расхода топлива, тепловой и электрической энергии при изготовлении строительной продукции и производстве работ.

Проанализированы направления и резервы экономии топлива и энергии по отдельным наиболее энергоемким процессам и агрегатам — промышленным печам, сушилкам, установкам для тепловой обработки железобетонных изделий и др.

Рассмотрены новая техника и технология производства и потребления тепловой и электрической энергии, внедрение которой позволит значительно повысить общий уровень рационального использования энергоресурсов в строительстве, а также возможности применения в различных областях строительного производства возобновляемых источников энергии — солнечной радиации, геотермального тепла, энергии ветра, морских волн, приливов и термальных градиентов.

Значительное место отведено анализу резервов экономии энергии при теплоснабжении зданий, тепловая защита и оборудование которых создаются в процессе строительства, в частности, описанию систем и методов расчета радиационного отопления (охлаждения), обеспечивающих большую экономию тепловой энергии и улучшение микроклимата помещений.

Заключительная часть книги содержит анализ проблем охраны окружающей среды, возникающих при производстве и потреблении энергии.

Данная книга, учитывая новизну постановки вопроса и обширность рассматриваемых проблем, естественно, не лишена недостатков и замечания читателей будут приняты с благодарностью.

## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (ТЭР)

К топливно-энергетическим ресурсам относятся все пригодные для промышленного производства источники энергии: топливо, включая ядерное горючее, гидроресурсы, геотермальные воды, солнечная радиация, энергия морских приливов, ветра и рассеянное в окружающей среде тепло.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТЭР

**Топливо.** Количество тепла, получаемое при сжигании 1 кг твердого, жидкого или 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива, называется теплотой сгорания. В теплотехнических расчетах применяют понятия высшей  $Q_{в}^p$ , кДж/кг (ккал/кг) и низшей  $Q_{н}^p$ , кДж/кг (ккал/кг) теплоты сгорания топлива.

Кроме теплоты сгорания, или теплотворной способности, в расчетах применяется также такая характеристика, как максимальная температура, развиваемая в процессе полного сгорания топлива в строго необходимом для горения количестве воздуха, или по определению Д. И. Менделеева, — жаропроизводительность топлива, которая тем выше, чем больше его теплота сгорания. Изменение величины балласта, содержащегося в топливе, резко понижает теплоту его сгорания, однако на жаропроизводительности топлива сказывается менее заметно. Мало изменяется жаропроизводительность и при увеличении влажности топлива.

Основными видами топлива являются бурые и каменные угли, антрациты, полуантрациты, горючие сланцы, торф, дрова, газообразное топливо — мазуты, природный, искусственный и сжиженный газы.

Бурые угли относятся к топливу невысокого качества, они отличаются высокой зольностью и влажностью. Объемная масса их в среднем 700—800 кг/м<sup>3</sup>, теплота сгорания 7500—15000 кДж/кг (1800—3600 ккал/кг), содержание горючих летучих веществ больше 40%. Жаропроизводительность бурых углей 1400—2000° С. В состав их входят углерод, водород, кислород, а также другие элементы. Бурый уголь трудно поддается транспортированию, имеет способность выветриваться на воздухе, превращаясь в угольную мелочь, и самовозгорается.



Каменные угли в зависимости от величины выхода летучих веществ, спекаемости и характера нелетучего остатка делят на марки [36]: длиннопламенный Д, газовый Г, газовый жирный ГЖ, жирный Ж, коксовый жирный КЖ, коксовый К, отощенный спекающийся ОС, слабоспекающийся СС и тощий Т. Они обладают высокой механической прочностью, плотностью, способностью к коксованию и мало подвержены выветриванию и самовозгоранию. Теплота сгорания каменных углей 23000—30000 кДж/кг (5500—7000 ккал/кг), содержание золы 12—20%. В состав каменных углей входит углерод, а также водород, кислород и другие химические элементы. Выход летучих веществ 9—50%, влажность 5—12%. Независимо от теплоты сгорания каменные угли обладают жаропроизводительностью, превышающей 2000°С, колебание значений для разных видов не превышает 2—3%.

Антрацит в отличие от каменных углей при горении не образует углеводороды и горит бездымно коротким пламенем. Он характеризуется малым содержанием летучих горючих веществ (2—9%), высокой механической прочностью, не самовозгорается. В составе антрацита до 96% углерода, водород, кислород и незначительное количество других элементов. Теплота сгорания антрацита 25000—30000 кДж/кг (6000—7000 ккал/кг), жаропроизводительность 2150°С.

Горючие сланцы относятся к низкосортному топливу, это минеральные вещества, образовавшиеся в результате обогащения растительных остатков. Теплота сгорания сланцев 12500—17000 кДж/кг (3000—4000 ккал/кг), содержание углерода 60—74%, суммарное содержание балласта в 2—3 раза превышает содержание органической массы, выход летучих веществ на горючую массу 80—90%, содержание золы 40—60%, влаги 15—20% и серы до 4%. Сланцы наиболее целесообразно использовать в качестве сырья для получения горючих газов.

Сухой беззольный торф содержит в среднем 57% углерода, водород, кислород, азот и другие элементы. Зольность торфа колеблется от 3 до 10% на сухую массу, влажность 40—50%, теплота сгорания 8000—10000 кДж/кг (2000—2500 ккал/кг). Путем прессования под давлением из фрезерного торфа получают брикеты, удобные для использования в печах и топках. Средняя теплота сгорания торфяных брикетов с 10-процентным содержанием влаги превышает 17000 кДж/кг (4000 ккал/кг). У кускового торфа с влажностью 40% жаропроизводительность 1600°С, у торфяных брикетов с влажностью 10% — около 2000°С.

Древесное топливо отличается малой зольностью, отсутствием серы и большим содержанием летучих горючих веществ. Средняя теплота сгорания органической массы древесины 19000 кДж/кг (4500 ккал/кг), различных суррогатов 3800—16200 кДж/кг (900—3865 ккал/кг). Содержание минеральных негорючих веществ в дровах невелико, жаропроизводительность их 1600°С.

Мазуты по содержанию серы подразделяют на малосернистые и высокосернистые. Влажность мазутов не превышает 5%, зольность 0,3%. Примеси парафина повышают температуру застывания и поэтому при перекачке и сжигании мазуты необходимо подогревать до температуры 70—115° С.

Для подогрева используют пар или горячую воду с температурой не выше 145° С. Теплота сгорания мазутов 38420—41360 кДж/кг (9170—9870 ккал/кг), жаропроизводительность 2100° С.

Природные газы добывают из чисто газовых и нефтегазовых месторождений. Основным горючим элементом в природных газах является метан (75—98%). Теплота сгорания природных газов в среднем 35600 кДж/кг (8500 ккал/м<sup>3</sup>). Азот и углекислота составляют балласт природных газов. Природные газы чисто газовых месторождений, кроме метана, содержат также в небольших количествах этан, пропан, бутан, пентан, двуокись углерода и другие элементы.

К искусственным газам относят газы подземной газификации, доменные, генераторные и другие виды газов, получаемые вследствие технологических процессов производства и переработки топлива и сырья. При перегонке нефти получают газ прямой возгонки, в котором содержится 7—10% пропана и 13—30% бутана. Теплота сгорания искусственных нефтяных газов 33500—71200 кДж/м<sup>3</sup> (8000—17000 ккал/м<sup>3</sup>). Доменные газы являются побочными продуктами выплавки чугуна, имеют теплоту сгорания в пределах 3800—5600 кДж/м<sup>3</sup> (900—1337 ккал/м<sup>3</sup>) и содержат значительное количество балласта. При газификации твердого топлива получают генераторный газ, который подразделяют на воздушный, водяной, смешанный и парокислородный. Широко применяют сжатые и сжиженные газы.

К сжатым относятся естественные (природный и нефтяной) и искусственные (светильный и коксовый), которые при высоких давлениях и нормальной температуре сохраняют газообразное состояние. Сжиженные газы получают из попутных нефтяных и искусственных углеводородных газов.

По жаропроизводительности газы подразделяют на пять групп с температурой горения:

высокой — 2000° С и больше (водяной, нефтяной, коксовый, природные и другие с малым содержанием балласта); средней — 1700—1950° С (генераторные и другие с содержанием балласта 35—60%); пониженной — 1600—1700° С (генераторные, воздушный, доменный и другие с содержанием балласта 50—70%); низкой — 750—1300° С (ваграночные, сажевых заводов и другие с содержанием балласта выше 70%), весьма низкой (выхлопные и другие еще не используемые в технике).

Основным сырьем для производства ядерной энергии являются уран и торий, запасы которых в земной коре и в водах мирового океана весьма значительны.

Ресурсы всех видов топлива, включая ядерное, в СССР огромны. По добыче угля, нефти и газа наша страна занимает первое место в мире. Запасов ядерного топлива хватит на многие столетия, однако промышленная добыча его связана с большими трудностями и затратами.

**Гидроэнергетические ресурсы.** Общий теоретический потенциал поверхностного стока рек СССР достигает 3942 млрд. кВт. ч возможной выработки электроэнергии [41]. В Сибири и на Дальнем Востоке сосредоточено 55,5% потенциала речного стока, в Средней Азии (включая Казахстан) — 20,8% в европейской части СССР всего 10,4% [37].

Прогнозы развития энергетики свидетельствуют, что в связи с ограниченностью запасов достаточно экономичных гидроэнергоресурсов роль ГЭС в общем энергобалансе страны будет возрастать незначительно и к 2000 г. не превысит 10% [41].

**Геотермальное тепло.** Запасы тепла, имеющиеся в глубинах Земли, практически неисчерпаемы, а себестоимость электроэнергии, производимой на геотермальных электростанциях, как свидетельствует опыт многих стран, ниже, чем на тепловых станциях. Запасы геотермального тепла есть на всей территории СССР, однако не все они пригодны для использования.

**Солнечная радиация.** Земля ежегодно получает свыше  $33,5 \cdot 10^{20}$  кДж тепла, что в пересчете на условное топливо составляет более  $100 \cdot 10^{12}$  т. Для сравнения отметим, что известные запасы горючих ископаемых всех видов составляют  $27 \cdot 10^{12}$  т [40]. По оценкам прогнозистов удельный вес солнечной энергии в общем энергобалансе промышленно развитых стран мира будет постоянно и достаточно быстро увеличиваться.

**Энергия ветра и морских приливов.** Потенциальная энергия ветра оценивается более чем в 50 млрд. т условного топлива в год, однако возможность ее практического использования ограничена невысокими скоростями и быстро изменяющимися направлением и силой ветра. Вместе с тем доступность и полная экологическая безвредность этого вида энергоресурсов ставит их в разряд весьма перспективных.

Мировой энергетический потенциал приливов оценивается в 1000 млрд. т условного топлива в год, а потенциал технически возможный и экономически целесообразный приблизительно 500 млн. т условного топлива в год [40]. Приливы электростанции планируются к строительству во многих странах мира. Масштабы их строительства будут постепенно расширяться, однако и в будущем энергоресурсы приливов будут играть роль вспомогательного источника энергии и существенного влияния на структуру энергобалансов промышленно развитых стран оказывать не будут [40].

## ПЛАНИРОВАНИЕ ДОБЫЧИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЭР

Главным инструментом планирования развития, определения оптимальных пропорций производства и оценки эффективности использования всех видов топливно-энергетических ресурсов является балансовый метод комплексно-энергетического анализа прихода и расхода топлива и энергии объектом потребления, в качестве которого может выступать отдельное предприятие, экономический регион, отрасль промышленности или народное хозяйство страны в целом.

**Энергетический баланс.** Наиболее полной и обобщающей характеристикой состояния топливно-энергетического хозяйства является энергетический баланс, включающий добычу, переработку, транспортирование, преобразование, распределение и потребление всех видов топливно-энергетических ресурсов от источников их получения до полезного использования в энергопотребляющих процессах и установках. Энергетические балансы должны составляться в первую очередь для обоснования перспективного развития топливно-энергетического хозяйства [41].

При разработке единого энергетического баланса народного хозяйства СССР особое значение имеют анализ и обоснование основных направлений использования топлива и энергии, обеспечивающих наибольшее увеличение производительности общественного труда. Он должен базироваться на достижениях научно-технического прогресса и всестороннем учете вопросов экономики, а также быть тесно связан с энергетическими балансами отраслей промышленности и балансами отдельных крупных потребителей топлива и энергии. Большое народнохозяйственное значение имеет проблема оптимизации перспективного развития топливно-энергетического комплекса, которая должна проводиться в рамках энергетического баланса страны и связанных с ним частных балансов отраслей народного хозяйства, регионов и отдельных потребителей. При этом необходимо с позиций народнохозяйственной эффективности обосновать выбор вида энергетического топлива или энергии, способа производства продукции по энергозатратам, размещение предприятий по отношению к источникам энергии и др.

Исходной базой для составления оптимального энергобаланса страны должны служить научно обоснованные прогнозы развития отраслей народного хозяйства и отдельных крупных территориально-производственных комплексов.

Полученные данные (предварительная схема топливо- и энергоснабжения, средневзвешенные технико-экономические показатели использования различных видов энергоресурсов и др.) являются основой для окончательного выбора отраслевой схемы энергоснабжения и более детальной оптимизации развития энергетического баланса отраслей, т. е. составления оптимальных энергобалансов предприятий, которые разрабатываются по не-

скольким критериям: минимуму расхода топлива, по суммарным денежным затратам на производство продукции и др. Разработка оптимального энергобаланса предприятия заключается в следующем.

Определяют потребителей, допускающих использование взаимозаменяемых видов топлива и энергии и выбирают из них такие, которые можно перевести на другой, более эффективный или менее дефицитный вид топлива и энергии.

Разрабатывают для каждого из рассматриваемых потребителей возможные способы использования различных энергоресурсов.

Определяют технико-экономические показатели использования энергоносителей по всем рассматриваемым вариантам и выбирают оптимальный, т. е. такой, который обеспечивает наибольший выпуск продукции при наименьшем расходе топлива и энергии.

Важным показателем энергетического баланса является оценка степени полезного использования топливно-энергетических ресурсов по отдельным потребителям (отраслям народного хозяйства) и в целом по народному хозяйству.

Количественное значение этого показателя может быть определено через коэффициент полезного использования (к. п. и.) топливно-энергетических ресурсов, представляющий собой отношение полезно израсходованной энергии  $Q_{\text{пол}}$  к подведенной  $Q_{\text{подв}}$  [41]

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{подв}}}$$

Полезный расход топлива и энергии

$$Q_{\text{пол}} = \eta Q_{\text{подв}}$$

Ввиду того, что полезно израсходованная энергия учитывает все потери энергоресурсов (экономически оправданные и неоправданные), значение к. п. и. энергоресурсов еще не может служить критерием оценки эффективности топливно-энергетического хозяйства.

Целесообразно оперировать также понятием технико-экономически оправданного коэффициента полезного использования топливно-энергетических ресурсов  $\eta_{\text{эк.опр}}$ , учитывающего в статье полезно использованной энергии только экономически оправданные потери энергоресурсов.

С помощью этого коэффициента могут быть выявлены уровень совершенства топливно-энергетического хозяйства и возможности экономически оправданной дальнейшей его рационализации [41].

Степень или коэффициент технико-экономического совершенства топливно-энергетического хозяйства  $\eta_{\text{т.э}}$  будет представлять отношение суммарного к. п. и.  $\eta_{\text{сум}}$  к значению технико-эконо-

мически оправданного расчетного к. п. и. топливно-энергетических ресурсов для анализируемых процессов [41]:

$$\eta_{т.е} = \frac{\eta_{сум}}{\eta_{эк.опр}} .$$

Важнейший показатель энергобаланса — суммарный коэффициент полезного использования энергоресурсов находится пока на низком уровне и его абсолютное значение для энергоиспользующего хозяйства индустриально развитых стран не превышает 30—39%. При всей условности такой оценки она свидетельствует о крайне расточительном использовании энергоресурсов и наличии огромных неиспользуемых резервов.

**Топливо-энергетический баланс** представляет собой обобщающую характеристику объемов добычи, переработки, транспортирования, преобразования и распределения первичных, переработанных и преобразованных видов топлива и энергии, начиная от стадии добычи топливно-энергетических ресурсов и кончая стадией подачи всех видов топлива и энергии к энергопотребляющим установкам.

Основой для составления топливно-энергетического баланса является энергетический баланс [41].

Топливо-энергетический баланс должен охватывать только те стадии энергетического хозяйства, которые на современном уровне контрольной и измерительной техники поддаются непосредственному статистическому учету. Одной из главных задач топливно-энергетических балансов является выявление потерь на стадиях добычи, переработки и распределения топлива и энергии.

Топливо-энергетический баланс так же, как и энергетический, подразделяется по многим признакам. Он бывает частным и сводным, отчетным и перспективным, распространяемым на предприятие, отрасль промышленности или народное хозяйство в целом.

Отчетные (фактические) топливно-энергетические балансы, составляемые на уровне предприятия не выявляют степень полезного использования энергоресурсов, а являются документированным подтверждением того, что на рассматриваемое предприятие поступило определенное количество топливно-энергетических ресурсов и было им израсходовано на собственные нужды.

Такой баланс является базой для анализа фактического состояния энергетического хозяйства предприятия и установления связей энергетики и основного производства, влияния энергетики на себестоимость и другие показатели хозяйственной деятельности.

Отчетные балансы составляются всеми состоящими на самостоятельном балансе промышленными, строительными и другими предприятиями и организациями со среднесуточным расходом условного топлива от 2 т и более или теплоэнергии 63 кДж

(15 Гкал) и более, или с присоединенной электрической мощностью 100 кВА и выше. Отчетность по балансу включает суммарный расход основного топлива, тепла и электроэнергии на производство основных видов продукции и в целом по предприятию, виды энергоресурсов, их количество, удельные расходы топлива и энергии на производство основных видов продукции и др.

Анализ топливно-энергетических балансов предприятия позволяет переходить к изучению состояния и тенденций развития энергетического хозяйства отрасли промышленности или строительства и нахождению оптимальных пропорций использования различных видов топлива и энергии в отраслевом разрезе.

Составляемые на уровне народного хозяйства отчетные топливно-энергетические балансы позволяют получать информацию о структуре производства энергоресурсов, объеме и направлении межрайонных перетоков топлива и энергии, эффективности преобразования энергоресурсов, расходах топлива и энергии на производство важнейшей продукции народного хозяйства и др.

Перспективные топливно-энергетические балансы разрабатываются на основе предварительно определенной потребности в топливе и отдельных видах энергии. Они выявляют экономически оправданные пропорции добычи, переработки и преобразования отдельных видов ресурсов и их наиболее рациональное распределение между отдельными группами потребителей. Топливо-энергетические балансы должны разрабатываться систематически: отчетные — ежегодно, а перспективные при составлении планов развития народного хозяйства.

Разработка перспективного топливно-энергетического баланса должна базироваться на перспективных схемах развития народного хозяйства, прогнозах тенденций роста потребностей в топливно-энергетических ресурсах и энергии всех видов и анализе наиболее эффективных путей их покрытия.

**Баланс топлива** представляет собой характеристику добычи, переработки и распределения ресурсов топлива по основным потребителям. Часто в понятие баланса топлива вкладывают более широкий смысл и рассматривают его как характеристику не только топливных компонентов, но и сырья для химической и других отраслей промышленности. Иногда в литературе под топливным балансом понимают топливно-энергетический баланс. Баланс топлива различают по тем же признакам, что и топливно-энергетический, составляют по каждому отдельному виду топлива и дополняют (по необходимости) балансами по его отдельным месторождениям, сортам и маркам [41].

С помощью отчетных и перспективных балансов определяют общую потребность в топливе различных видов и в первую очередь в светлых нефтепродуктах, металлургическом коксе и другом качественном топливе.

Перспективные балансы топлива разрабатывают на основе топливно-энергетического баланса, где заложены типы и характеристики энергетических установок и их потребностей в топливе. В них целесообразно включать дифференцированные расходы топлива по признакам круглогодичного, сезонного и кратковременного (пикового) использования.

При определении рациональных направлений развития топливного баланса страны одной из главных задач является установление оптимальных объемов переработки топлива, которые обеспечили бы минимум суммарных затрат и удовлетворение требований потребителей.

Расходная часть топливного баланса непосредственно связана с установлением экономически обоснованной очередности использования определенных видов топлива для отдельных потребителей.

**Баланс тепла.** При составлении балансов тепла применяют классификацию теплогенерирующих установок, согласно которой все они подразделяются на установки теплоснабжения централизованного (ТЭЦ, районные и промышленные котельные), децентрализованного (домовые котельные, отдельные котлы при наличии только внутридомовых и внутрицеховых теплопроводов и др.) и местные, к которым относятся отопительные печи, сушилка, установки квартирного отопления и др., не имеющие, как правило, наружных тепловых сетей [41].

Балансы тепла разрабатываются на тепловую энергию, которая генерируется централизованно и может быть учтена замеряющими приборами. Это не позволяет достаточно эффективно влиять на повышение общего уровня рационального использования тепла, так как значительное количество его генерируется и используется вне централизованных источников, какими являются все установки производительностью 116 МВт (100 Гкал/ч) и выше.

На долю различного вида установок, генерирующих тепло низкого и среднего потенциала, приходится в среднем 30—40% суммарного количества энергоресурсов [41].

Очевидно в балансы тепла целесообразно включать все источники и потребители пара, горячей воды или нагретого воздуха, независимо от того, за счет какого источника они генерируются. Только в условиях разработки такого обобщающего баланса тепла могут быть выявлены важнейшие критерии экономичности теплоснабжения и определены основные направления рационального развития теплового хозяйства.

Баланс тепла является составной частью энергетических (топливно-энергетических) балансов и разрабатывается на всех уровнях — от предприятия до народного хозяйства в целом. Чтобы проанализировать и составить баланс тепла действующего предприятия, нужно знать схему производства и особенности технологии. Баланс тепла разрабатывают для отдельных цехов и всего



завода в целом. Все виды энергии в балансах тепла выражаются в одинаковых единицах измерения и относятся к единице продукции.

Абсолютные и относительные расходы тепла, характерные для конкретного предприятия, нельзя сопоставлять с данными аналогичного предприятия без анализа условий производства и особенностей сравниваемых предприятий.

Анализ балансов тепла промышленности и строительства показывает, что потребление тепла сопровождается еще большими потерями, а резервы его экономии используются недостаточно эффективно.

Происходит это вследствие ряда причин.

В практике технологического проектирования недостаточно широко используются передовые методы организации теплоснабжения, вследствие чего удельные расходы на выпуск одного и того же вида продукции на одинаковых по мощности предприятиях отличаются друг от друга весьма значительно, иногда в 1,5—2,0 раза.

Внедрение в практику строительства новых серий жилых и общественных зданий с прогрессивными конструктивными решениями не сопровождалось одновременным пересмотром норм проектирования их теплоснабжения, вследствие чего удельные потери их возросли в среднем на 35%. Фактические расходы тепла на отопление зданий из-за низкого качества работ по герметизации и теплоизоляции, а также из-за отсутствия автоматического регулирования систем отопления и теплоснабжения на 15—40% выше проектных.

В общем балансе тепла установки децентрализованного теплоснабжения занимают значительное место и являются в то же время наиболее расточительными по расходу тепла. Средний к. п. д. их не превышает 50%.

Главными направлениями рационализации теплового хозяйства являются: ликвидация экономически неоправданных потерь тепла на всех стадиях его использования; дальнейшая централизация теплоснабжения в зависимости от характера теплового потребления; организация рациональной эксплуатации теплоиспользующего оборудования; применение рациональных топливных режимов для различных видов теплогенерирующих установок и др.

**Баланс электрической энергии** является одной из важнейших составных частей энергетического баланса и представляет собой комплексную взаимосвязку потребности народного хозяйства в электроэнергии и обеспечения этой потребности различными типами электростанций [41].

В расходной части электробаланса приводится общая потребность в электроэнергии и ее распределение за определенный период времени по отраслям народного хозяйства. Здесь же выделяются потери энергии при ее транспортировании и распределе-