

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.

ВВЕДЕНИЕ 5

1.1. Состояние энергосбережения и энергоэффективности в России	6
1.2. Усовершенствование конструкции наружных ограждений зданий.....	23
1.3. Вентиляция и требуемый уровень микроклимата в помещениях.....	32
1.4. Здания с нулевым энергетическим балансом.....	41
1.5. Мероприятия по повышению эффективности систем теплоснабжения со стороны источника тепла	46
1.6. Энергосбережение в системах транспортировки тепловой и электрической энергии	63
1.6.1. Энергосбережение при транспортировании тепла	63
1.6.2. Электрические цепи. Потери энергии при транспортировке электроэнергии	72
1.7. Возобновляемая энергетика	76
1.8. Нормативно-техническая база энергосбережения	113
1.8.1. Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики	113
1.8.2. Углубленные энергетические обследования	115
1.8.3. Рекомендуемый комплект переносных диагностических приборов.....	119
1.9. Потенциал энергосбережения	120
1.9.1. Оценка полезного использования энергии, расходуемой во всем мире.....	120
1.9.2. Основные пути реализации энергосбережения.....	122
1.9.3. Значение энергосбережения для России.....	123
1.9.4. Потенциал энергосбережения России.....	123
1.9.5. Вторичные энергетические ресурсы	126
1.10. Энергетический паспорт. Порядок составления и характеристика его разделов.....	166
1.10.1. Паспорт промышленного предприятия	166
1.10.2. Энергетический паспорт бюджетных организаций.....	168
1.11. Энергосбережение и экология	170

2. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛНУЮ РАБОТУ

И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ 176

3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ (РГР-1 И РГР-2) 192

3.1. РГР-1. Применение конденсационных утилизаторов тепла уходящих газов на основе биметаллических калориферов типа КСК	192
---	-----

3.2. РГР-2. Разработка энергетического паспорта встроенного помещения	202
3.2.1. Общие методические указания	202
3.2.2. Пример выполнения РГР-2 по варианту 3	207
4. ПРИМЕРЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	225
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	258

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня энергоэффективность и энергосбережение входят в 5 стратегических направлений приоритетного технологического развития, названных еще 18 июня 2009 г. тогда президентом РФ Дмитрием Медведевым на заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России.

Эта тема была продолжена президентом на расширенном заседании президиума Госсовета 2 июля 2009 г. в Архангельске. Среди основных проблем, обозначенных тогда президентом, это — низкая энергоэффективность во всех сферах, особенно в бюджетном секторе, ЖКХ, влияние цен энергоносителей на себестоимость продукции и на ее конкурентоспособность.

Одна из важнейших стратегических задач страны, поставленной президентом (Указ № 889 от 4 июня 2008 г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики») — снижение энергоемкости отечественной экономики (ВВП) на 40% к 2020 г. Для ее реализации необходимо создание совершенной системы управления энергоэффективностью и энергосбережением. В связи с этим Министерством энергетики РФ было принято решение о преобразовании подведомственного ФГУ «Объединение Росинформресурс» в Российское энергетическое агентство, с возложением на него соответствующих функций.

При сохранении среднего темпа снижения энергоемкости ВВП за 2007–2018 гг., равного 1,1% в год, достичь целевого значения в 40% станет возможным лишь к 2043 г. (см. цв. вкл., рис. 1.1) [19].

На более широком горизонте наблюдений (2000–2018 гг.) энергоемкость ВВП Российской Федерации снизилась более чем на 40%, при том, что рост ВВП составил 181%.

Практически весь прогресс в снижении энергоемкости ВВП был достигнут в период 2000–2008 гг., в котором происходили заметные сдвиги в структуре ВВП в пользу менее энергоемких видов экономической деятельности (рис. 1.1). Рост ВВП на 60% сопровождался практически неизменным потреблением первичной энергии.

Сразу после 2008 г. наблюдался рост энергоемкости ВВП вплоть до 2011 г., который сменился снижением в 2013–2015 гг., далее энергоемкость ВВП оставалась неизменной.

Минэкономразвития России были разработаны четыре прогнозных сценария изменения энергетической эффективности экономики Российской Федерации в зависимости от степени амбициозности мер государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (см. цв. вкл., рис. 1.2) [19]:

- Сценарий 1 — «консервация» энергоэффективности (сохраняется на уровне 2016–2018 гг.);
- Сценарий 2 — экстраполяция влияния технологического фактора;

► Сценарий 3 — модернизация технологической базы экономики (достижение энергоэффективности за счет наилучших имеющихся в мире технологий к 2050 г.);

► Сценарий 4 — ускоренная модернизация (достижение энергоэффективности за счет наилучших имеющихся в мире технологий к 2035 г.).

Энергоемкость ВВП России при расчете по всей первичной энергии в 2021 г. выросла на 4,71%, или на 0,5 т у. т./млн руб. относительно 2020 г. и составила 11,48 т у. т./млн руб. в ценах 2016 г., т. е. практически вернулась на уровень 2017 г. (см. цв. вкл., рис. 1.3) [20]. Во многом рост связан со спецификой 2020 г., когда снижение энергоемкости было связано со снижением потребления ресурсов из-за локдауна, при этом технологическая энергоэффективность заметно не изменилась.

По данным [20] в 2021 г. совокупное потребление ТЭР в стране составило 888,7 млн т у. т., что на 59,2 млн т у. т. больше, чем в 2020 г. Наиболее энергоемкими секторами по-прежнему остаются «Электроэнергетика, производство тепловой энергии» (27,4%), «Обрабатывающая промышленность» (20%), «Население» (17,2%) и «Транспорт» (15,2%).

1.1. Состояние энергосбережения и энергоэффективности в России

Суммарное энергопотребление России в 2007 г. составляло порядка 990 млн т у. т. При доведении внедрения энергосберегающего и энергоэффективного оборудования *до уровня в странах — членах ЕС*, энергопотребление снизилось бы до величины 650 млн т у. т. Другими словами, около 35% энергии у нас терялось в сравнении со странами ЕС.

Энергоемкость ВВП Российской Федерации в 2018 г. составила 9,8 т у. т./млн руб. в ценах 2016 г.

Барьеры, сдерживающие развитие энергосбережения и энергоэффективности в стране, можно разделить на четыре основные группы:

- недостаток мотивации;
- недостаток информации;
- недостаток опыта финансирования проектов;
- недостаток организации и координации.

Существует два пути решения возникшей проблемы:

- первый — крайне капиталоемкий путь наращивания добычи нефти и газа и строительства новых объектов электрогенерации;
- второй — существенно менее затратный, связанный с обеспечением экономического роста в стране за счет повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Следует отметить, что на практике необходим симбиоз первого и второго вариантов с несомненным приоритетом энергоэффективности.

Федеральный закон Российской Федерации от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении

изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» вступил в силу 27.11.2009 (см. Приложение).

Целью настоящего Федерального закона является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Закон определяет:

- энергосбережение — реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);
- энергетическая эффективность — характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

Руководством страны были поставлены грандиозные задачи на период до 2020 г.: удвоить ВВП и снизить его энергоемкость не менее чем на 40%.

Чтобы увеличить ВВП вдвое за 10 лет, необходимо ежегодно в среднем прибавлять по 7%.

Если понимать энергоемкость ВВП ($\mathcal{E}_{\text{ВВП}}$) как относительную величину, т. е. как количество энергии ($Q\Sigma_1$) к единице ВВП ($\Pi_{\text{ВВП}}$), тогда, сохранив нынешнее потребление энергии и увеличив ВВП вдвое, мы можем получить энергоемкость: $\mathcal{E}_{\text{ВВП2}} = Q\Sigma_1 / \Pi_{\text{ВВП2}} = Q\Sigma_1 / (2 \Pi_{\text{ВВП1}}) = 0,5 \mathcal{E}_{\text{ВВП1}}$.

При заданных параметрах роста экономики на ее рост дополнительно можно использовать 10% роста энергопотребления. Остальное необходимо брать из повышения энергетической эффективности всего Российского хозяйства. Это системы теплоснабжения (33% всего потребления первичной энергии); системы электроснабжения; промышленные предприятия и транспорт.

Часть энергопотребления необходимо будет компенсировать, переходя на возобновляемые источники энергии (солнце, ветер, приливы, волнение морей и океанов, биотопливо, гидроэлектростанции, гидротермальные источники, петротермальные источники, применение тепловых насосов, использование естественного зимнего холода и т. п.).

Часть энергопотребления необходимо будет перевести на другие виды топлива: газовые отходы промышленности и сельского хозяйства, торф, отходы углеобогатительных фабрик, отходы лесоперерабатывающей промышленности, отходы пищевой и химической промышленности, отходы животноводства и птицеводства, бытовые отходы и т. п.

Придется максимально использовать утилизацию сбросного тепла промышленных предприятий, а также тепла от электростанций, работающих на природном топливе (газе, угле, мазуте, ядерном топливе).

Придется нам вернуться к незаслуженно брошенным способам использования огромных запасов холода в зимнее время и аккумулирования его в веч-

ной мерзлоте летом или в искусственных сооружениях. Россия в прежние времена, особенно сельское ее население, хранило продукты летом в так называемых ледниках, куда зимой складировала природный лед. Здесь непочатый край энергии. Запасенный холод в пищевом льде за хорошие деньги можно экспортировать — воды и холода в нашей стране достаточно.

Оценим возможности энергоэффективности в системах теплоснабжения, а именно в усовершенствовании потребления тепла на отопление и вентиляцию, повышение эффективности работы тепловых сетей (сейчас тепловые потери доходят до 20%), повышение КПД источников тепла ТЭЦ и котельных (применение конденсационных утилизаторов тепла уходящих газов, применение современных автоматизированных топочных устройств; применение более дешевых видов топлива, таких как газ, торф, угольные отходы, отходы лесопереработки и т. п.).

Для проведения сравнительных анализов работы теплоэнергетического комплекса в целом и его отдельных единиц необходимо иметь тепловые и энергетические эквиваленты. Для этого вводятся такие понятия:

Виды первичных энергоресурсов.

Понятия условного топлива.

Понятия первичного условного топлива.

Нефтяной эквивалент.

Теплота сгорания топлива.

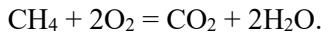
Для получения тепловой энергии и ее возможного дальнейшего превращения в механическую и электрическую энергию люди сжигают органическое топливо в энергетических котлах, промышленных печах и транспортных двигателях. Термогорячая сила сгорания топлива — это, количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива. Часто теплоту сгорания называют также теплотворной способностью топлива. На практике теплота сгорания чаще всего определяется экспериментальным путем. Для топлива известного химического состава можно приближенно определить теоретически по формулам, таким, например, как известная формула Менделеева:

$$Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 0,339C^{\text{p}} + 1,03H^{\text{p}} - 0,109(O^{\text{p}} - S_{\text{н}}^{\text{p}}) - 0,025W^{\text{p}},$$

где буквенные индексы процентные концентрации соответственно углерода, водорода, кислорода, летучей серы и воды в рабочей массе топлива.

Высшая теплота сгорания топлива — это максимальное количество теплоты, которое можно получить в результате химической реакции горения топлива.

Низшая теплота сгорания топлива отличается от высшей на то количество тепла, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе, а также образующейся в результате химической реакции горения топлива. Если мы сжигаем абсолютно сухой уголь, который по химическому составу представляет собой (C) углерод, то значения низшей и высшей теплоты сгорания будут совпадать. Однако если мы будем сжигать сухой природный газ, состоящий в основном из метана, то вода образуется в результате химической реакции:



На испарение этой воды требуется определенное количество теплоты, и высшая теплота сгорания не будет равна низшей. Поскольку теплота, затраченная на испарение влаги, чаще всего удаляется из энергетических установок в виде паров с дымовыми газами, то она пока редко полезно используется на практике. 1 кг водяного пара при конденсации выделяет 2,5 МДж тепловой энергии (это последний член в формуле Менделеева). Поэтому в теплотехнических расчетах теплоты, получаемой при сжигании топлива, используется низшая теплотворная способность топлива. В США же в расчетах используют высшую теплотворную способность.

Условное топливо.

Для сопоставления энергетической ценности различных видов топлива и его суммарного учета введено понятие *условного топлива*. В качестве единицы условного топлива принимается топливо, которое имеет *низшую теплоту сгорания*, равную 7000 ккал/кг (29,33 МДж/кг). Введение понятия условного топлива позволяет, например, сопоставить энергетические затраты двух различных регионов страны, не уточняя какое количество тех или иных конкретных видов топлива сжигается в этих регионах. Этот способ применим и для перевода тепловой и электрической энергии в условное топливо. Так как 1 Гкал равна 1000 тыс. ккал, а 1 т у. т. имеет теплотворную способность 7000 тыс. ккал, то *1 Гкал эквивалентна 0,143 т у. т.* Экономию энергии также удобно представлять в тоннах условного топлива (т у. т.). Зная теплотворную способность любого вида топлива, можно определить *его эквивалент в условном топливе*.

1 т у. т. эквивалента

- 1,2–1,8 т каменного угля;
- 1,8–3,2 т бурого угля;
- 0,7–0,75 т мазута;
- 0,8–0,9 м³ природного газа.

Разброс цифр связан с тем, что различные марки угля, мазута и других топлив имеют различную низшую теплоту сгорания.

Нефтяной эквивалент.

Другой универсальной мерой потребления топлива и энергии является нефтяной эквивалент. Это понятие чаще встречается в зарубежной литературе. Различные марки нефти имеют различный химический состав, а следовательно, и различную теплотворную способность, что во многом определяет их цену на мировых рынках энергоносителей. В среднем 1 т нефти имеет теплотворную способность 11 000 тыс. ккал, и она эквивалентна 1,57 т условного топлива (т у. т.). Зная эту цифру легко выразить любое количество другого топлива в нефтяном эквиваленте. Например, 1000 м³ природного газа с низшей теплотворной способностью 8400 тыс. ккал эквивалентна $8400/11000 = 0,76$ т в нефтяном эквиваленте.

Первичное условное топливо.

При использовании в понятии условного топлива для оценки полученной тепловой и электрической энергии мы не учитываем того обстоятельства, что

коэффициент полезного действия энергетических установок всегда меньше 100%, т. е. при преобразовании топлива в тепловую и электрическую энергию мы теряем существенную часть получаемой при его сжигании теплоты. Кроме того, при добыче топлива, его транспортировке к потребителю, его подготовке или переработке мы должны также использовать энергию. Учесть эти обстоятельства при анализе энергопотребления позволяет введение другой единицы — 1 т первичного условного топлива. Что дает эта единица измерения? Представим себе, что мы рассматриваем энергопотребление конкретного промышленного предприятия. Нам известно количество использованной электрической энергии, тепловой энергии в виде пара и горячей воды, поступающих на предприятие от внешних источников тепло и электроснабжения, а также количество различных видов топлива, сжигаемых в котельных и печах непосредственно на предприятии. Путем перевода всех составляющих энергопотребления предприятия в первичное условное топливо, мы можем определить фактические затраты топлива для обеспечения работы предприятия. Мы можем сопоставить фактические энергетические затраты предприятий, имеющих различные источники энергоснабжения и различную структуру потребления энергии. Понятие первичного топлива напрямую связано с его потребительской ценой: чем больше затрат на добычу, транспортировку, переработку, тем больше цена топлива у потребителя.

Пересчет различных видов энергоресурсов в первичное условное топливо. (по книге: Исакович Г. А., Слуцкий Ю. Б. Экономия топливно-энергетических ресурсов в строительстве. — М. : Стройиздат, 1988. — 214 с. — (Экономия топлива и электроэнергии).)

Топливо.

На добычу 1 т нефти всеми способами расходуется в настоящее время 80,8 кВт·ч электроэнергии, 0,225 Гкал тепловой энергии и 74,3 кг у. т. котельно-печного топлива. В пересчете на условное топливо в целом расход ТЭР на добычу 1 т нефти составляет 154,5 кг у. т.

Расчеты показали, что для получения 1 т у. т. мазута на все перечисленные нужды необходимо израсходовать 107 кг у. т., т. е. для полезного использования 1 т у. т. мазута необходимо добыть 1,107 т у. т., или в расчете на 1 т мазута — 1,46 т у. т.

На добычу 1 тыс. м³ газа в среднем по стране расходуется 0,6 кВт·ч электроэнергии, 0,0057 Гкал тепловой энергии и 5,5 кг у. т. котельно-печного топлива. В пересчете на условное топливо на добычу 1 тыс. м³ газа затрачивается 7 кг у. т. На переработку 1 тыс. м³ газа расход ТЭР составляет 16,9 кг у. т., в том числе электроэнергии 14,5 кВт·ч тепловой энергии 0,023 Гкал и котельно-печного топлива 6,5 кг у. т. Энергоемким процессом является транспортирование газа. Всего же суммарная величина затрачиваемых ТЭР на добычу, транспортирование и переработку 1 т у. т. природного газа составляет 167 кг у. т. Это означает, что для полезного использования 1 т у. т. газа необходимо добыть 1,167 т у. т., или в расчете на 1 тыс. м³ природного газа — 1,35 т у. т.

При использовании угля в качестве котельно-печного топлива наибольшие энергозатраты расходуются на его добычу: электроэнергии — 32,4 кВт·ч, тепловой энергии — 0,0265 Гкал и котельнопечного топлива — 26,5 кг в расчете на 1 т угля. Кроме того, энергозатраты расходуются при обогащении угля, а также при его транспортировании железнодорожным, автомобильным и речным транспортом. Суммарный расход первичного топлива на все перечисленные нужды составляет 65 кг у. т. на 1 т у. т. угля энергетического, т. е. для использования 1 т у. т. угля в качестве котельнопечного топлива необходимо добыть 1,065 т у. т., или в расчете на 1 т угля энергетического (с калорийностью 4400 тыс. ккал) — 0,655 т у. т.

Таким образом, коэффициенты пересчета потребленного котельно-печного топлива в первичное составляют:

- для 1 т у. т. мазута — 1,107;
- для 1 т у. т. газа — 1,167;
- для 1 т у. т. энергетического угля — 1,065 т у. т.

(В 1985 г. для полезного потребления 1 т у. т. котельно-печного топлива необходимо было добыть 1,134 т у. т. первичных энергоресурсов, т. е. средненний коэффициент пересчета равен 1,134.)

Тепловая энергия.

В 1985 г. на долю ТЭЦ и крупных котельных мощностью более 50 Гкал/ч приходилось более 50% выработки тепловой энергии.

В секторе электроэнергетики потребление ТЭР выросло на 8 млн т у. т. (на 2,5%) в рассматриваемом периоде 2015–2018 гг. за счет роста объема производства электроэнергии (см. цв. вкл., рис. 1.3) [19].

Вместе с тем повышение эффективности оборудования (снижение удельного расхода топлива с 322,8 до 314,3 г/кВтч) компенсировало рост объема выработки электроэнергии. За счет повышения эффективности оборудования получена экономия энергии в размере 8,2 млн т у. т. Тем не менее, фактор структурного сдвига в сторону менее эффективных источников генерации в 2017 г. привел к увеличению потребления энергии с 2015 по 2018 г. на 1 млн т у. т.

В секторе теплоэнергетики потребление ТЭР выросло на 3,2 млн т у. т. (на 7,9%) в рассматриваемом периоде за счет влияния технологического фактора (снижение энергоэффективности) (см. цв. вкл., рис. 1.4).

Рост удельного расхода топлива в 2016 г. с 150,8 до 151,8 кг/Гкал увеличил потребление топлива в секторе на 3 млн т у. т. В 2017 г. удельный расход топлива снизился до 150,7 кг/Гкал, однако в 2018 г. произошло его увеличение до 151,4 кг/Гкал.

В настоящее время коэффициент полезного действия ТЭЦ составляет:

$\eta_{\text{ТЭЦт}} = 0,82 - 0,88$ — на твердом топливе;

$\eta_{\text{ТЭЦж}} = 0,88 - 0,92$ — на жидком топливе.

КПД соответственно районных и местных котельных составляет:

для районных:

$\eta_{\text{к. р. т}} = 0,75 - 0,80$ — на твердом топливе;

$\eta_{\text{к. р. ж}} = 0,80 - 0,85$ — на газе и жидком топливе

для местных:

$\eta_{к. м. т} = 0,50-0,55$ — на твердом топливе;

$\eta_{к. м. ж} = 0,60-0,70$ — на газе и жидком топливе.

Потери тепла в сетях при раздаче энергии определяются на основе показателей КПД сетей, величина которых в настоящее время составляет:

КПД тепловых сетей от ТЭЦ — 0,9–0,95;

КПД тепловых сетей от районных котельных — 0,92–0,96;

КПД тепловых сетей от местных квартальных котельных — 0,98–0,99.

Усредненный коэффициент полезного действия систем теплоснабжения, учитывающий сложившуюся структуру генераторов тепла (ТЭЦ, котельных и т. д.), а также виды применяемого топлива, равен

$$0,36 \times 0,819 + 0,18 \times 0,775 + 0,24 \times 0,615 + 0,22 \times 0,55 = 0,704.$$

Средний по СНГ в 1985 г. расход первичного условного топлива на выработку тепловой энергии и доставку ее потребителю с учетом усредненного КПД систем теплоснабжения, а также с учетом расхода топлива на его добычу, переработку и транспортирование, составляет:

$$p = [1 \times 10^9(1 - 0,134)]/(7 \times 10^3 \times 0,704) = 0,230 \text{ т п. у. т.},$$

где 1×10^9 — количество ккал в Гкал; 0,134 — коэффициент, учитывающий расход первичного условного топлива, необходимого для добычи, переработки и транспортирования 1 т условного топлива до места его потребления; 7×10^3 — количество ккал в 1 т у. т.; 0,704 — расчетный усредненный по стране коэффициент полезного действия систем теплоснабжения.

Таким образом, коэффициент пересчета 1 Гкал тепловой энергии в условное топливо в настоящее время равен 0,230 т п. у. т., т. е. для того, чтобы можно было использовать у потребителя 1 Гкал тепловой энергии, необходимо добыть 230 кг п. у. т.

Следует отметить, что при этом расчете не учитывается использование вторичных энергоресурсов для получения тепловой энергии. С учетом этого фактора коэффициент пересчета 1 Гкал тепловой энергии в первичное топливо будет ниже. Так как уровни использования вторичных энергоресурсов в отраслях народного хозяйства резко отличаются, то фактические коэффициенты пересчета тепловой энергии в первичное топливо также будут отличны.

Расчеты показали, что в 1985 г. коэффициенты были равны:

- в среднем по промышленности (централизованные источники теплоснабжения — ТЭЦ и крупные котельные) — 1 Гкал тепловой энергии — 0,176 т у. т.;
- в том числе:
 - черная металлургия — 0,124 т у. т.;
 - цветная металлургия — 0,169 т у. т.;
 - химическая промышленность — 0,150 т у. т.;
 - машиностроение — 0,190 т у. т.;
 - остальные отрасли промышленности — транспорт, связь — 0,191 т у. т.;
 - при производстве тепловой энергии в местных котельных и печах — 1 Гкал — 0,237 т у. т.;

– при производстве тепловой энергии для использования ее в коммунально-бытовом секторе — 1 Гкал — 0,199 т у. т.

Сравнение затрат первичных энергоресурсов на выработку 1 т у. т. различных видов топлива приведены на рисунке 1.5.

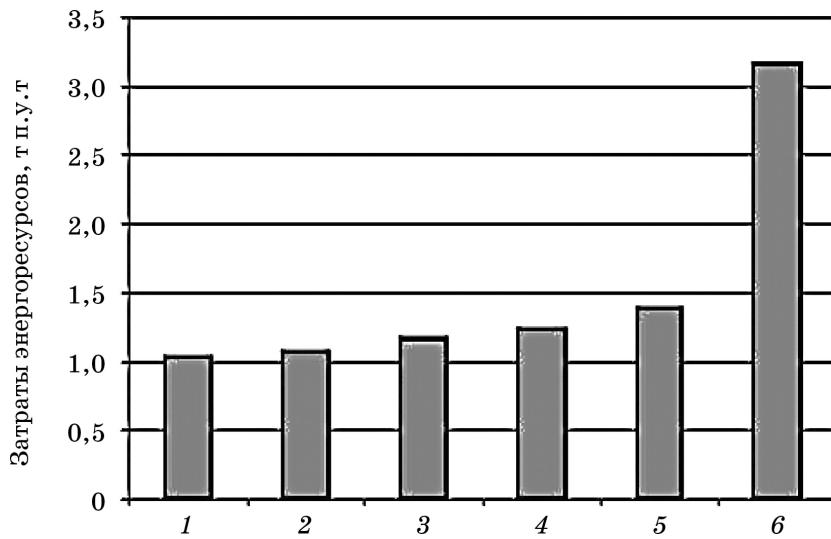


Рис. 1.5

Сравнение затрат первичных энергоресурсов на выработку 1 т у. т. различных видов топлива:
 1 — энергетический уголь (с теплотой сгорания 18,4 МДж/кг); 2 — мазут; 3 — природный газ; 4 — тепловая энергия при централизованной выработке на предприятии; 5 — тепловая энергия при выработке в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ); 6 — электроэнергия.

Перевод котельно-печного, моторного топлива и энергии в первичное условное топливо показан в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Перевод котельно-печного, моторного топлива
и энергии в первичное условное топливо

Топливно-энергетический ресурс	Эквивалент в тоннах первичного условного топлива
1 т энергетического угля (с низшей теплотой сгорания 18,5 МДж/кг)	0,655
1 т мазута (с низшей теплотой сгорания 38,7 МДж/кг)	1,46
1 тыс. м ³ природного газа (с низшей теплотой сгорания 34 МДж/кг)	1,35
1 т. у. т. бензина и дизельного топлива (с низшей теплотой сгорания 42,5 МДж/кг)	1,87
1 Гкал тепловой энергии, расходуемой в коммунально-бытовом секторе	0,199
1 Гкал тепловой энергии при производстве в местных котельных и печах	0,237
1 Гкал тепловой энергии в среднем по различным отраслям промышленности (при централизованных источниках)	0,176
1000 кВт • ч электроэнергии	0,389

Электроэнергия.

При определении расхода первичных топливно-энергетических ресурсов, необходимого для производства электроэнергии, может быть рассмотрено два случая.

В первом можно определять расход первичного органического топлива на выработку электроэнергии. При этом, чем выше доля энергии, вырабатываемой на гидростанциях, тем ниже удельный расход потребляемого органического топлива. В 1986 г. он был равен:

$$326,2 \cdot (1 + 0,134) \cdot 0,75 \cdot 1,094 = 304 \text{ г у. т./кВт·ч},$$

где 326,2 — средний расход условного топлива, необходимый для 1 кВт·час электроэнергии на электростанциях общего пользования; 0,134 — коэффициент, учитывающий расход первичного условного топлива, необходимого для добычи, переработки и транспортирования 1 т условного топлива до электростанции; 0,75 — удельный вес электроэнергии, вырабатываемой на тепловых электростанциях общего пользования; 1,094 — коэффициент, учитывающий потери энергии в сетях общего пользования.

Во втором случае эти затраты оцениваются. Усредненный расход топливно-энергетических ресурсов (а не первичного топлива), необходимый для выработки 1 кВт·ч энергии, равен:

$$326,2 \cdot (1 + 0,134) \cdot 0,75 \cdot 1,094 + 123 \cdot 0,25 \cdot 1,094 = 337,6 \text{ г у. т.},$$

где 0,25 — удельный вес электроэнергии, выработанной на гидроэлектростанциях и атомных станциях в 1985 г.; 123 — эквивалент для пересчета в условное топливо 1 кВт·ч энергии, выработанной на гидроэлектростанциях и атомных станциях.

При втором методе, а он наиболее распространен, принимается условно, что для производства электроэнергии и на атомных станциях, и на гидроэлектростанциях требуется такое же количество топливно-энергетических ресурсов, как и на тепловых, т. е. расчет ведется по замещаемому топливу. В этом случае усредненный расход ТЭР, необходимый для выработки 1 кВт·ч энергии будет равен $326,2 \cdot (1 + 0,134) \cdot 1,094 = 389 \text{ г у. т.}$

Коэффициенты пересчета различных видов топлива и энергии в первичное условное топливо можно найти в приложении к данному пособию.

Удельная энергоемкость валового продукта в мире составила 443 кг у. т. в расчете на 1000 долл. США (1990 г.). Для сравнения можно указать, что по методике расчета, принятой в Международном энергетическом агентстве, суммарное производство первичных энергетических ресурсов в России в 1995 г. составило 1361 млн т у. т., а их внутреннее потребление — 898 млн т у. т. Удельная энергоемкость валового внутреннего продукта в России в 1995 г. была почти втрое выше среднемирового показателя и составила 1287 кг у. т. в расчете на 1000 долл. США (1990 г.).

За последние 15–20 лет энергоемкость в большинстве индустриально развитых странах мира снизилась, тогда как электроемкость во многих странах проявила тенденцию к росту (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Удельные показатели стран мира

Страна	Энергоемкость, т у. т. на 1000 долл. США		Энергоемкость, кВт·ч на 1 долл. США	
	1985 г.	1973 г.	1985 г.	1973 г.
Австрия	0,21	0,24	0,29	0,33
Бельгия	0,40	0,33	0,48	0,36
Великобритания	0,30	0,31	0,32	0,30
Германия	0,27	0,31	0,29	0,34
Италия	0,20	0,21	0,23	0,21
Канада	0,54	0,59	0,38	0,38
Нидерланды	0,33	0,37	0,29	0,27
США	0,49	0,53	0,55	0,54
Франция	0,27	0,26	0,31	0,22
Швейцария	0,18	0,14	0,23	0,19
Швеция	0,31	0,30	0,58	0,70
Япония	0,23	0,24	0,30	0,30

Энергоемкость мировой экономики, как предполагали прогнозисты Европейского сообщества, к 2020 г. сократится почти на четверть, при этом, самой энергоэффективной останется экономика Японии и стран Европейского сообщества, тогда как наиболее энергорасточительной будет оставаться экономика стран СНГ, энергоемкость которой и в 2020 г., согласно западным оценкам, будет в 6 раз больше, чем в Японии, и почти втрое выше, чем в США. Прогнозируемая динамика удельного энергопотребления и энергоемкости мировой экономики по некоторым странам или регионам в период до 2020 г. приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Удельное энергопотребление

В мире, кг у. т./чел.	2000 г.	2010 г.	2020 г.
	2200	2240	2290
Энергоемкость мировой экономики, т у. т./млн ЭКЮ (1985 г.), в том числе:	540	470	410
Страны СНГ	1770	1425	1180
США	410	370	340
Европейский союз	390	330	290
Япония	250	220	200
Латинская Америка	520	420	350
Африка	740	690	630
Азия (без Японии и Китая)	970	700	530
Китай	1290	800	540
Ближний Восток	410	470	340

Таблица 1.4

**Потенциал организационно-технологических мер экономии
энергоресурсов в России (2000 г.)**

Отрасли	Электро-энергия, млрд кВт·ч	Централизованное тепло, млн Гкал	Топливо, млн т у. т.	Всего	
				млн т у. т.	%
Топливно-энергетический комплекс, всего	29–35	70–80	99–100	120–135	33–31
В том числе — энергетика и теплоснабжение	23–28	57–76	70–77	90–100	25–23
Промышленность и строительство	110–135	150–190	49–63	110–140	31–37
Транспорт	7–11	—	22–26	23–30	6–7
Сельское хозяйство	4–5	5	9–11	12–15	3
Итого	220–260	345–410	230–270	360–430	100

Примерно 20% потенциала энергосбережения или 70–85 млн т у. т. в год можно реализовать при затратах до 15 долл. за т у. т., т. е. уже при действующих в стране ценах котельно-печного топлива.

Наиболее дорогие мероприятия (стоимостью свыше 60 долл. за т у. т.) составляют около 15% потенциала энергосбережения. Реализация мероприятий стоимостью от 15 до 60 долл. за т у. т., обеспечивающих оставшиеся две трети потенциала энергосбережения (220–280 млн т у. т. в год), которые сопоставимы с расчетным объемом структурной экономии энергоресурсов, потребует значительных целевых инвестиций: от 7 до 17 млрд долл. в период до 2010 г. и от 25 до 50 млрд долл. в последующее десятилетие.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Энергосбережение в теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях необходимо сориентировать по нескольким основным направлениям: в системах электроснабжения, в вопросах теплообмена, в теплогенерирующих установках, котельных и тепловых сетях, в теплотехнологиях, в зданиях и сооружениях, а также за счет использования вторичных ресурсов и альтернативных источников энергии. На рисунке 1.6 приведена схема системы технических мер энергосбережения в коммунальном теплоснабжении.

1. **Энергосбережение в системах электроснабжения** включает системы освещения, электротехники и электроники, электрические сети, электрические машины и аппараты, системы электрохимзащиты оборудования и трубопроводов промышленных предприятий и объектов жилищнокоммунального хозяйства.

2. **Энергосбережение в вопросах теплообмена** базируется на законах теплопроводности, конвективного, лучистого и сложного теплообмена. Теплотехника — отрасль знаний, изучающая теорию и технические средства превращения энергии природных источников в тепловую, механическую и электрическую.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru