ОХРАНА ТРУДА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 620.9.008

С. Д. Галюжин, канд. техн. наук, доц., Д. С. Галюжин, канд. техн. наук, О. М. Лобикова

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА XXI ВЕКА

Приведены классификация энергетических ресурсов, в которой учтены ресурсы, занимающие промежуточное положение между возобновляемыми и невозобновляемыми; структура мирового энергопотребления; подробный анализ невозобновляемых энергоресурсов; прогноз дальнейшего развития мирового топливно-энергетического комплекса; на основе фундаментальных законов рассмотрены проблемы энергосбережения.

Жизнедеятельность любого живого организма невозможна без энергообмена с окружающей средой. Энергетический баланс организма поддерживается путем потребления пищи, обладающей определенной энергетической ценностью, и теплообмена с окружающей средой. Существенно в этом плане отличается человек. Разум помог человеку утвердить свое господство на суше, на воде и в воздухе. Он стал самым могущественным существом на Земле. Для утверждения и поддержания этого могущества требуется колоссальное количество энергии. Современный человек тратит энергии почти в 24 раза больше, чем необходимо для его жизнеобеспечения как биологического организма.

Для получения энергии необходимы соответствующие ресурсы. ***Энергетические ресурсы*** *– это материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком.* В научной литературе приводится различная классификация энергоресурсов, зачастую довольно противоречивая [1, 2]. Многие исследователи выделяют три вида энергоресурсов: ***невозобновляемые, возобновляемые и вторичные.***

Невозобновляемые – это такие энергоресурсы, которые были ранее накоплены в недрах Земли и в новых геологических условиях практически не образуются (уголь, нефть, природный газ, радиоактивные элементы, сланцы).

По терминологии, принятой в ООН, все виды энергоресурсов, в основе которых лежит солнечная энергия, называются ***возобновляемыми,*** т. е. это те ресурсы, восстановление которых постоянно осуществляется в биосфере благодаря непрерывно поступающей на Землю солнечной энергии. Сюда следует отнести солнечное излучение, ветер, падающую воду, биомассу, низкопотенциальное тепло воды, воздуха и верхних слоев литосферы.

Вторичные – это энергоресурсы, образующиеся как попутные при осуществлении человеком процессов жизнедеятельности. Они могут быть повторно использованными для получения энергии (тепло промышленных и бытовых жидких стоков и вентиляционных выбросов, попутный газ, твердые бытовые и прочие отходы).

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

Существует еще ряд энергоресурсов, в основе которых не лежит или частично лежит солнечная энергия. Это приливы и отливы, морские и океанские волны и течения и геотермальное тепло. Поскольку эти энергоресурсы имеют огромный потенциал, то назовем их ***условно возобновляемыми***.

Причиной возникновения приливов и отливов является то, что время оборота Земли вокруг своей оси больше времени обращения Луны вокруг Земли. В результате из-за взаимодействия гравитационных полей Луны и Земли на последней происходят периодические поднятия и опускания поверхности морей и океанов – приливы и отливы. На преодоление сил приливного трения тратится кинетическая энергия вращения Земли, вращение Земли замедляется примерно на 0,001 с за 100 лет. Первоисточником кинетической энергии вращения Земли является энергия Большого Взрыва Вселенной. Вследствие изменения расстояния между Землей и Луной приливообразующая сила Луны в течение месяца может изменяться на 40 %. Под действием солнечного притяжения водная оболочка Земли также испытывает приливы и отливы, но солнечные приливы в 2,2 раза меньше лунных, а изменение приливообразующей силы Солнца за год не превышает 10 %.

Морские и океанские течения – поступательное движение масс воды в морях и океанах, обусловленное как действием ветров, так и приливообразующими силами гравитационных полей Луны и Солнца.

Первоисточниками геотермального тепла являются: начальная внутренняя теплота, обусловленная нагреванием при образовании Земли из протопланетного облака космических частиц, а также их начальным теплосодержанием; превращение части потенциальной гравитационной энергии в тепловую в процессе плотностной дифференциации вещества Земли; высвобождение внутриатомной энергии при распаде радиоактивных элементов и поглощении Землей внешнего нейтринного потока.

В некоторых работах в качестве энергоресурса называют **водород** [3, С. 206]. Действительно, на Земле находится огромное количество водорода. В свободном виде небольшое количество водорода иногда выбрасывается вулканами, а также образуется в результате диссоциации воды под воздействием солнечного излучения. Поскольку средняя скорость теплового движения молекул водорода из-за их малой массы близка ко второй космической, то из верхних слоев атмосферы эти молекулы улетают в космическое пространство («дыхание планеты» по выражению В. И. Вернадского). Но, в основном, водород содержится в связанном виде, входит в состав воды, природных углеводородов, биомассы и различных органических отходов, и для его получения требуются затраты энергии. При сжигании водорода в чистом кислороде образуются единственные продукты – высокотемпературное тепло и вода. Энергия, которая при этом выделяется, из-за потерь всегда меньше энергии, затраченной на расщепление молекулы воды. Поэтому водород является лишь искусственным промежуточным энергоносителем. Он может использоваться как аккумулятор энергии, например, при избыточной ее выработке электростанциями.

Часто пишут, что при сжигании водорода не образуются парниковые газы. Это справедливо только при сжигании его в среде чистого кислорода. Если для этих целей используется воздух, то образуются оксиды азота, которые относятся к парниковым газам. Ради справедливости следует сказать, что углекислый газ при этом не образуется и парниковый эффект существенно снижается.

Рассмотрим потребности человечества в энергии. Для обеспечения жизнедеятельности организма человека необходимо питание. По современным нор-

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

мам энергетическая ценность суточного рациона для взрослого человека равна $(10{,}5\ldots12{,}5)\cdot10^3$ кДж. Нет оснований считать, что первобытный человек нуждался в ином количестве энергетических единиц. До того, как человек научился использовать огонь, потребление энергии с пищей и ее годовое потребление, при численности людей на Земле 10–20 тыс. чел., составляло $(3{,}8\ldots9{,}1)\cdot10^{10}$ кДж. В начале среднего палеолита (примерно 100–80 тыс. лет назад) человек научился использовать огонь в своих целях и потребление энергии возросло до $2{,}1\cdot10^4$ кДж в сутки на человека. При численности населения в 200–300 тыс. чел. годовое потребление энергии достигло $(1{,}5\ldots2{,}3)\cdot10^{12}$ кДж. С тех пор наблюдается неуклонный рост потребления энергии человеком.

Изобретение во второй половине XVIII в. парового двигателя положило начало индустриальной эпохи. Потребление энергии начало быстро возрастать. Например, в Англии в первой половине XIX в. потребление энергии на одного человека в сутки составило около $3{,}2\cdot10^5$ кДж (примерно 90 кВт·ч). В разгар промышленной революции (1850 г.) энергопотребление человечества достигло $(2\ldots2{,}1)\cdot10^{16}$ кДж/г.

К началу XX в. общая численность населения нашей планеты превысила 1,6 млрд чел., а суммарное энергопотребление достигло $3{,}4\cdot10^{16}$ кДж/г. Прошедший век характеризуется резким ростом как суммарного, так и удельного энергопотребления (рис. 1). В 2006 г. население превысило 6,5 млрд чел., суммарное энергопотребление достигло $6{,}7\cdot10^{17}$ кДж/г., а удельное энергопотребление – $10{,}3\cdot10^7$ кДж/(г.·чел.). Приведенные цифры говорят о том, что в XX в. произошел не только «демографический взрыв», но и ***«энергетический взрыв»***.

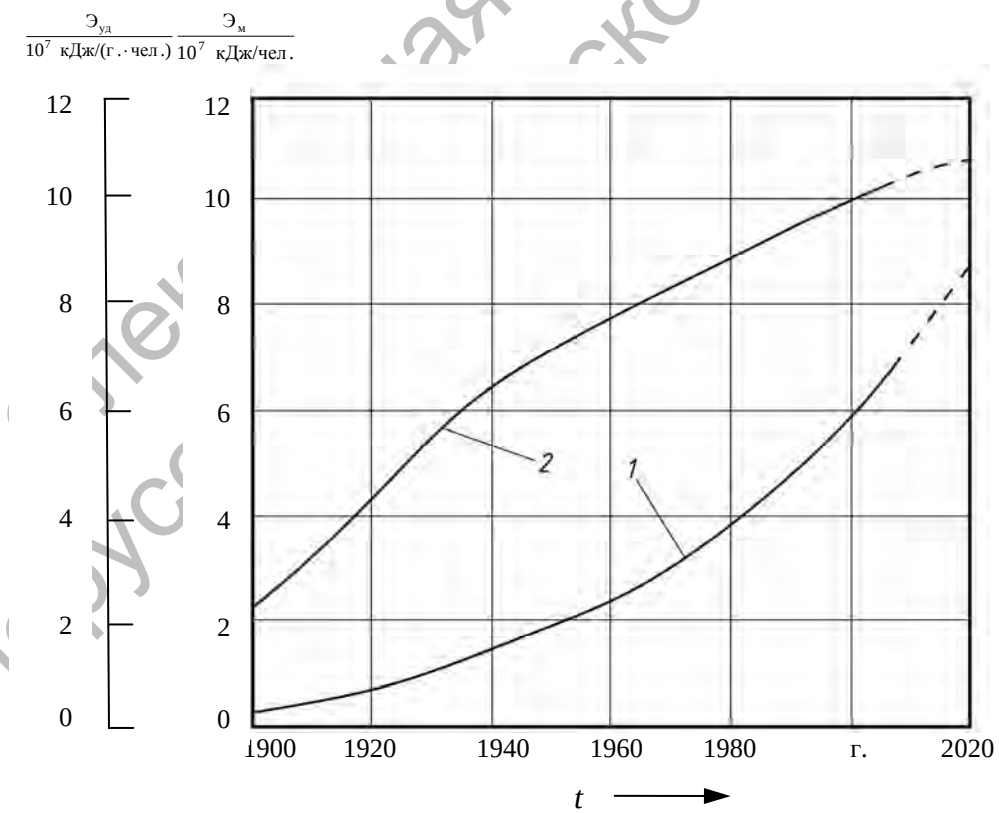

Рис. 1. Рост мирового энергопотребления: 1 – суммарное энергопотребление человечеством; 2 – среднегодовое удельное энергопотребление; $Э_м$ – мировое энергопотребление; $Э_{уд}$ – удельное энергопотребление

Белорусская библиотека Белорусско-Российского университета

Вместе с тем, по данным ООН, на сегодняшний день около 2 млрд чел. на планете живут без электричества и используют для отопления и приготовления пищи дрова и другие примитивные виды топлива.

Довольно длительный период, вплоть до начала промышленной революции (середина XVII в.), основным энергоносителем, используемым человеком, была биомасса (в основном, древесина) (рис. 2). Одной из основных причин перемещения промышленности России на Урал во времена Петра I было обилие там сырья для производства древесного угля. К концу XIX в. основным энергоносителем становится уголь, а в XX в. – нефть и газ.

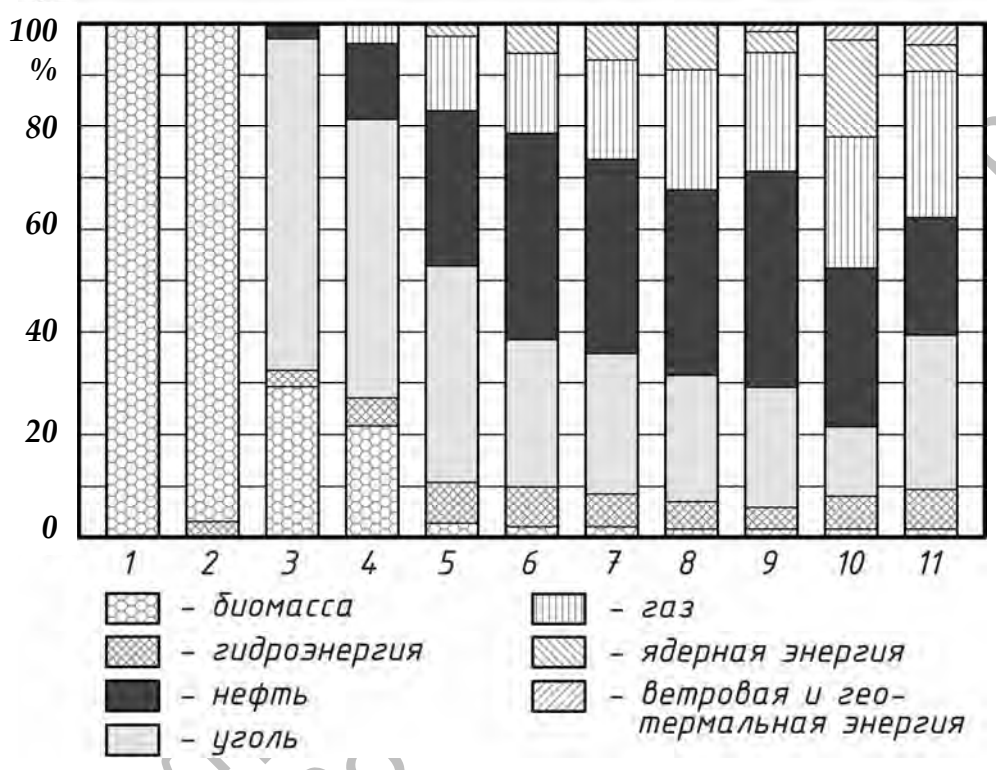

Рис. 2. Структура мировой энергетики: 1 – 2000 лет до н. э.; 2 – 1500 г.; 3 – 1900 г.; 4 – 1935 г.; 5 – 1960 г.; 6 – 1970 г.; 7 – 1980 г.; 8 – 1990 г.; 9 – 2005 г.; 10 – 2020 г. (прогноз 1970 г.); 11 – 2020 г. (прогноз конца 1990 г.)

В начале 70-х гг. XX в. доли угля, нефти и газа в структуре мирового потребления несколько выравниваются: нефть – 34 %, газ – 18 %, уголь – 32 %. После нефтяного кризиса (1973–1974 гг.) развитые страны начинают переориентировать топливно-энергетическую базу своих стран на другие виды энергоресурсов и вводят политику энергосбережения. В результате, к 1980 г. доля нефти в мировом топливно-энергетическом балансе снижается до 38 %, твердого топлива – до 27 %, а потребление газа возрастает до 20 %. Неуклонно растет доля ядерной энергии. В настоящее время по данным Международного энергетического агентства (International Energy Agency) мировая энергетическая структура выглядит следующим образом: нефть – 42 %, уголь – 24 %, природный газ – 23 %, атомная энергия – 6 %, возобновляемые источники энергии – 5 % (из них 4 % дает гидроэнергетика).

По современным прогнозам в 2020 г. доля твердого ископаемого топлива возрастет и будет составлять 32 %, потреб-

Электронный ресурс Белорусско-Российского университета

ление нефти снизится до 26 %, а газа увеличится до 25 %. Из-за аварии на Чернобыльской АЭС у значительной части населения Земли появилось недоверие и даже неприятие ядерной энергетики, поэтому ее доля будет составлять не более 7 %. Доля возобновляемых источников энергии достигнет 10 % [4, 5].

Рассмотрим более подробно основные ***невозобновляемые энергоресурсы.***

Уголь был первым из используемых человеком видов ископаемого топлива. Он является наиболее распространенным ископаемым топливом на Земле. По оценкам специалистов, его запасы на нашей планете составляют около $7 \cdot 10^{12}$ т. Только разведанных месторождений угля ($3 \cdot 10^{10}$ т) при нынешних темпах использования хватит на несколько веков. Основные залежи угля образовались 210–280 млн лет назад в каменноугольный период и сосредоточены в России, США, Китае и Украине. В этих странах находится почти 88 % известных запасов угля. В России сосредоточено 5,5 % мировых запасов угля, что составляет более 200 млрд т. Из них примерно 70 % приходится на запасы бурого угля.

Потребление угля в мире постоянно растет, если в 2001 г. оно составило 5263 млн т, то в 2005 г. – 7574 млн т. Наибольший прирост за эти годы наблюдался в Китае (99,3 %), Индии (69,7 %) и США (47,8 %), в странах бывшего СССР произошло незначительное сокращение потребления угля (на 2,2 %).

По данным Росстата в 2000 г. в России было добыто 260 млн т угля, а в 2005 г. – 298 млн. т. Доля угля в энергобалансе России в 2005 г. составляла около 18 % (в среднем по миру 24 %), в производстве электроэнергии – более 20 %.

К сожалению, уголь нельзя отнести к экологически чистым видам топлива. Теплоэлектростанции (ТЭС), работающие на угле, дают 10–25 кг вредных выбросов на 1 кВт·ч энергии. В мире наметилось два пути снижения вредного воздействия угольной энергетики на биосферу. Так, в США построен ряд ТЭС на угле общей мощностью $1{,}5 \cdot 10^8$ кВт практически с полной очисткой вредных выбросов. В ЮАР налажено производство по переработке угля в синтетическое жидкое топливо, горючий газ и полукокс. Объем производства составляет около $3 \cdot 10^6$ т продуктов в год. Это направление является довольно перспективным, так как нефть и природный газ, являющиеся основой современной энергетики, скоро иссякнут.

Природный газ – смесь газов, образовавшаяся в недрах земли при анаэробном разложении органических веществ. Основную часть природного газа составляет метан (CH_4) – до 98 %. В состав природного газа могут также входить более тяжёлые углеводороды: этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8) и бутан (C_4H_{10}).

Широкое использование природного газа в энергоустановках, преимущественно в стационарных, связано с тем, что он имеет ряд существенных преимуществ перед другими видами топлива. Газ легко транспортируется на большие расстояния, практически не требует подготовки и переработки перед использованием, количество вредных выбросов при сжигании минимально. Энергоустановки, работающие на газу, легко автоматизируются. Поэтому мировая добыча природного газа постоянно возрастает. За 1901–1920 гг. было добыто 0,3 трлн м^3; 1921–1940 гг. – 1,0 трлн м^3; 1941–1960 гг. – 4,8 трлн м^3; 1960–1980 гг. – 21,0 трлн м^3. В 1986 г. в мире было добыто 1,704 трлн м^3 природного газа. В 2006 г. общая добыча природного газа в мире составила примерно 2,6 трлн м^3, что обеспечивает 23 % в структуре мировой энергетики. Согласно прогнозам Международного газового союза к 2010 г. мировое потребление природного газа возрастет приблизительно до 3,12 трлн м^3. Это означает, что в ближайшие несколько лет темпы прироста добычи природного газа в мире останутся высокими и составят примерно

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

2,4–2,6 % в год.

На долю США и России сегодня приходится примерно 40 % мировой валовой добычи природного газа (в 1999 г. – 43,2 %). В России, по данным Минэкономразвития, добыча газа в 2005 г. достигла 636 млрд м^3.

По данным Международного газового союза на начало 2006 г. доказанные мировые запасы природного газа оцениваются на уровне 173 трлн м^3 и еще не открытые экономически оправданные запасы в 260–500 трлн м^3. Основные запасы природного газа в 100,88 трлн м^3 (58,3 %), сосредоточены в трех странах: в России – 47,58 трлн м^3 (27,5 %), Иране – 27,50 трлн м^3 (15,9 %), Катаре – 25,80 трлн м^3 (14,9 %).

Таким образом, по оптимистическим прогнозам, при нынешних темпах добычи природного газа хватит более чем на 200 лет.

Нефть в чистом виде как энергоноситель не используется. В результате ее перегонки получаются бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, масла и т. д. Бензин и дизельное топливо используются в двигателях внутреннего сгорания, керосин – в турбореактивных и реактивных двигателях летательных аппаратов, а мазут сжигается в электростанциях и котельных. По сравнению с природным газом, нефть и нефтепродукты при сжигании дают значительно большее количество вредных веществ, что связано с наличием в ней примесей серы, фосфора и т. д.

До середины 70-х гг. мировая добыча нефти удваивалась примерно каждое десятилетие, потом темпы её роста замедлились. В 1938 г. она составляла около 280 млн т, в 1950 г. около 550 млн т, в 1960 г. свыше 1 млрд т, в 1970 г. свыше 2 млрд т, а в 1973 г. превысила 2,8 млрд т. Мировая добыча нефти в 2005 г. составила около 5,2 млрд т. Россия в 2006 г. вышла на первое место в мире, добыв 461 млн т (Саудовская Аравия – 458 млн т, США – 256 млн т). В 2005 г. году 30 % мировой нефти было добыто на Ближнем Востоке, 17 % – в Северной Америке, 12 % – в Центральной и Южной Америке, 10 % – в Евразии. Всего с начала промышленной добычи (с конца 1850 г.) до конца 2004 г. в мире было извлечено из недр более 160 млрд т нефти.

По данным Министерства энергетики США (Department of Energy), в настоящее время мир ежедневно потребляет около 14 млн т нефти, примерно четверть из них приходится на долю США.

Многие специалисты сходятся во мнении, что максимум добычи нефти и дальнейший спад произойдёт в середине следующего десятилетия. Предыдущий спад в мировой добыче пришёлся на годы нефтяного кризиса в последней четверти XX в. Однако после него вновь начался рост добычи нефти, связанный, в основном, с ростом её потребления в развивающихся странах. Развитые страны в годы кризиса ввели политику энергосбережения. Улучшение эффективности использования нефти в ближайшие годы будет достигаться за счёт совершенствования технологий её переработки.

Нефть занимает ведущее место в мировом топливно-энергетическом балансе. Её доля в общем потреблении энергоресурсов непрерывно растет: 3 % – в 1900 г., 5 % – перед Первой мировой войной, 17,5 % – накануне Второй мировой войны, 24 % – в 1950 г., 41,5 % – в 1972 г. и 42 % – в 2005 г.

Некоторые специалисты считают, что развитие альтернативных источников энергии к середине XXI в. уменьшит роль нефти в мировом энергетическом балансе и ее доля сократится с нынешних 48 до 25 %. Мировая энергетика может перейти на природный газ как основной энергоресурс [4, С. 30–45].

Разведанные запасы нефти на 2004 г. составляли 210 млрд т, неразведанные – оцениваются в 52–260 млрд т. Очевидно, что при современных темпах добычи нефть закончится уже в этом столетии.

Атомная энергетика до катастро-

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

фы на ЧАЭС не вызывала больших опасений. Теперь очевидно, что наиболее опасным и широкомасштабным вмешательством человека в природу является использование энергии деления ядра. Несмотря на это, сегодня еще много сторонников использования ядерной энергетики. Этому есть серьезные причины: нефть и природный газ иссякнут в ближайшем обозримом будущем, а это более 60 % в топливно-энергетическом балансе. Их необходимо чем-то заменить. Потенциал возобновляемых энергоресурсов ограничен. Поэтому до сих пор остается много сторонников использования ядерного топлива.

Начало эпохи ядерной энергетики положено в декабре 1942 г., когда в США была произведена контролируемая реакция ядерного деления. В 60-е гг. XX в. начинается промышленное использование ядерной энергии. К 1970 г. было введено в эксплуатацию 116 атомных электростанций (АЭС), к 1980 г. – 135, к 1990 г. – 328. Максимальное число атомных электростанций было введено в строй в середине 70-х гг. По данным Международного агентства по атомной энергетике (МАГАТЭ) в 2002 г. в мире действовало 438 атомных реакторов, 31 реактор находился в стадии строительства или на модернизации. Чуть меньше четверти из всех реакторов находится в США – 104, во Франции – 59, в Японии – 53, в Великобритании – 35, в России – 29. Германия по этому показателю занимает пятое место – 19 реакторов. В Южной Корее работает 16 реакторов, в Канаде – 14, в Украине – 13, в Швеции – 11. У остальных стран менее десяти реакторов. Так, Китай имеет сейчас три реактора, однако строятся семь новых. В ряде стран мира, например, в Германии и Великобритании, известны случаи закрытия атомных электростанций. Германия и Швеция фактически ввели мораторий на строительство новых АЭС.

Все атомные электростанции мира производят примерно 375 ГВт·г. ($11{,}8 \cdot 10^{15}$ кДж/г.) электроэнергии. Наиболее зависящей от ядерной энергетики является Франция, где АЭС обеспечивают производство 76,4 % потребляемой электроэнергии. Россия на АЭС производит 14,9 % электроэнергии, Япония – 33,8 %, Финляндия – 32,1 %, Германия – 30,6 %, Великобритания – 21,9 %, США – 19,8 %, Индия – 3,1 %. Для сравнения: Китай занимает тридцатое место в этом списке – атомная энергетика обеспечивает потребности страны в электроэнергии только на 1,2 %. По прогнозам МАГАТЭ суммарная мощность АЭС в мире к 2050 г. достигнет 2000 ГВт, к 2100 г. — 5000 ГВт.

Известные мировые запасы урана (с учетом коммерческих запасов и урана, извлекаемого при повторном обогащении) оцениваются в 17 млн т. Для производства 1 ГВт·г. электроэнергии с помощью современных реакторов необходима 1 т урана, поэтому, с учетом вводимых в действие АЭС, имеющихся запасов урана хватит на 250–300 лет.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС сформировала у населения, особенно в Европе, стойкое неприятие к «мирному атому». Однако возросшие цены на углеводородное топливо и отказ Германии (крупнейшей страны Евросоюза) от дальнейшего развития ядерной энергетики вызвали рост производства атомной энергии в странах с менее строгими правилами. Так, Франция предполагает к 2010 г. ввести в действие новые реакторы и довести суммарную мощность АЭС с 62960 МВт в 2005 г. до 64460 МВт в 2010 г., Япония наращивает мощность АЭС еще значительней – с 47769 до 61710 МВт. По всей видимости, атомную энергетику в ближайшем будущем ожидает если не бурный рост, то, во всяком случае, довольно оптимистическая полоса развития. Это связано не только с удорожанием нефтепродуктов, но и с решимостью стран Евросоюза и ведущих стран Азии воплотить в жизнь Киотское соглашение, предусматривающее существенное сокращение эмиссии парниковых газов. Финское правительство, на-

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

пример, заявило, что увеличение доли атомной энергетики для Финляндии является единственно возможным способом выполнить Киотский протокол и обеспечить растущую экономику достаточным количеством электроэнергии. В Финляндии планируется довести суммарную мощность АЭС с 2658 МВт в 2005 г. до 4158 МВт в 2010 г. В Беларуси в ближайшие годы предполагается построить первую АЭС мощностью 900 МВт. Россия, несмотря на обладание огромными запасами углеводородных энергоресурсов, также планирует в ближайшие пять лет довести мощность реакторов с 24543 до 28197 МВт.

Вместе с тем, надо признать, что до сих пор нет способов безопасной утилизации радиоактивных отходов. Наука пока не решила эту задачу. Накопление таких отходов представляет серьезную экологическую опасность.

Термоядерная энергетика. Впервые в конце 30-х гг. американский физик немецкого происхождения Ганс Бете выдвинул гипотезу, что источником солнечной энергии является термоядерная реакция превращения водорода в гелий. За это открытие он в 1967 г. получил Нобелевскую премию. Ядерные реакции синтеза широко распространены во Вселенной. Ближайшая к нам звезда – Солнце – это естественный термоядерный реактор, который многие миллиарды лет обеспечивает энергией биогеохимические процессы на Земле. Для обеспечения такой реакции необходима температура около 10^8 К, которая в недрах звезд обеспечивается за счет гравитационных сил притяжения.

В 50-е гг. неуправляемый термоядерный синтез был осуществлен в водородной бомбе. В ней необходимая для реакции температура создавалась взрывом встроенной урановой бомбы. Начиная с этого времени, в СССР и во многих других странах проводятся исследования по созданию управляемого термоядерного реактора. В 1956 г. стало ясно, что управляемый термоядерный синтез не имеет военного применения, исследования были рассекречены и с тех пор проводятся в рамках широкого международного сотрудничества. Тогда казалось, что цель близка и в 70-е гг. будет создана термоядерная электростанция. Однако проблема управляемого термоядерного синтеза до сих пор не решена, поскольку достаточно сложно обеспечить термоизоляцию ионизированной плазмы. Фундаментально эту проблему решил академик А. Д. Сахаров. Он предложил для удержания разогретой плазмы использовать магнитное поле. Эта идея была реализована в установке ТОКАМАК (Тороидальная камера с магнитной катушкой). Однако потребовались многие десятилетия исследований для того, чтобы создать условия, при которых выделение термоядерной энергии сравнимо с энергией для нагрева реагирующей смеси. В 1997 г. на термоядерной установке JET (Европейский ТОКАМАК) получено 16 МВт термоядерной мощности, что сопоставимо с мощностью для нагрева смеси. 21 ноября 2006 г. в Вашингтоне представители США, Европейского союза, Китая, Индии, Республики Корея, Российской Федерации и Японии подписали договор о строительстве Международного термоядерного экспериментального реактора (МТЭР). Он будет построен в городе Кадараш (Франция) и подготовлен к вводу в эксплуатацию в 2016 г. Участники проекта утверждают, что экономически выгодные термоядерные электростанции могут быть построены примерно во второй половине XXI в. Более сдержанные прогнозы гласят, что эта задача будет решена не раньше, чем через 100–150 лет.

Вместе с тем, создание термоядерных электростанций жизненно важно для человечества. Использование для этих целей 0,1 % дейтерия, содержащегося в морской воде, позволяет получить более $3 \cdot 10^{24}$ кДж энергии. Этой энергии при нынешнем уровне

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

потребления хватило бы человечеству примерно на 5 млн лет.

Итак, энергетические потребности цивилизации в настоящее время удовлетворяются за счет угольного и углеводородного топлива, запасенного, по образному выражению В. И. Вернадского, в былых биосферах. Нефть, вклад которой в мировую энергетику сейчас составляет 42 %, закончится уже в этом столетии. При этом, на наш взгляд, опережающими темпами будет расти добыча природного газа, так как при наименьших капитальных вложениях им можно заменить нефтепродукты, используемые в качестве топлива в мобильных машинах. При таком сценарии добыча газа резко возрастет и он закончится в начале следующего столетия (даже с учетом оптимистических прогнозов по его запасам). Из невозобновляемых энергоресурсов останется только уголь. Теплоэлектростанции несложно перевести на уголь, но возникнет проблема моторного топлива для мобильных машин. В настоящее время существуют технологии по получению синтетического моторного топлива из угля, но оно значительно дороже топлива из нефти. Кроме того, развитие отрасли по получению синтетического топлива приведет к быстрому истощению запасов угля. С этой точки зрения предпочтительней будет развитие водородной энергетики, так как для получения водорода из воды можно использовать другие источники энергии (солнечную, ядерную и термоядерную), а при сжигании водорода опять получается вода.

Таким образом, в текущем столетии перед человечеством встанет проблема перестройки топливно-энергетического комплекса. От успешного решения этой проблемы зависит будущее цивилизации.

В последние годы во всех развитых странах мира пристальное внимание уделяется энергосбережению. Для понимания сущности этого явления рассмотрим фундаментальные законы термодинамики.

В соответствии с первым законом термодинамики энергия не может быть утеряна или создана из ничего. Она может лишь превращаться из одной формы в другую. Превращение энергии наблюдается во всех процессах, происходящих во Вселенной, от взрывов звезд до процессов в живой клетке. Энергия существует в нескольких формах. Так, движущийся объект обладает кинетической энергией, вода в водохранилище ГЭС – потенциальной энергией. В некоторых формах энергия может сохраняться достаточно длительное время. К примеру, в нефти энергия заключена в виде химических связей между атомами в молекулах и может сохраняться в таком виде миллионы лет.

Использование энергии предполагает превращение ее из одной формы в другую. В процессе превращения энергии происходит частичное рассеивание (диссипация) энергии в пространстве в виде низкотемпературного тепла. Это означает, что при любом превращении количество энергии на выходе всегда ниже, чем на входе. Для характеристики эффективности процесса превращения энергии используют показатель, называемый ***эксергией. Эксергия*** *– это механическая работа, в которую может быть превращена энергия, находящаяся в виде одной из форм в материальной системе.*

Таким образом, можно выделить два способа повышения эффективности использования энергии:

1) за счет уменьшения диссипации энергии при передаче и преобразовании ее из одной формы в другую;

2) отказ от использования высококачественной энергии (имеющей высокую эксергию) для получения тепла.

Энергосбережение предполагает уменьшение количества превращений энергии, так как КПД каждого превращения всегда ниже 100 %. Например, для обогрева помещения можно использовать электроэнергию, которая получена на ТЭС при сжигании угля или природного газа. При этом, практически

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

вся электроэнергия превращается в тепловую и, на первый взгляд, кажется, что эффективность использования энергии достаточно высока. Но если учесть всю цепочку преобразования энергии, то энергетическая эффективность такого обогревателя составит всего 10 % (рис. 3). Этот же газ можно сжигать и в мини-котельной, расположенной в подвале обогреваемого здания. Энергетическая эффективность такого обогрева будет в несколько раз выше. Электрическую же энергию, обладающую высоким уровнем эксергии, целесообразно использовать для выполнения механической работы.

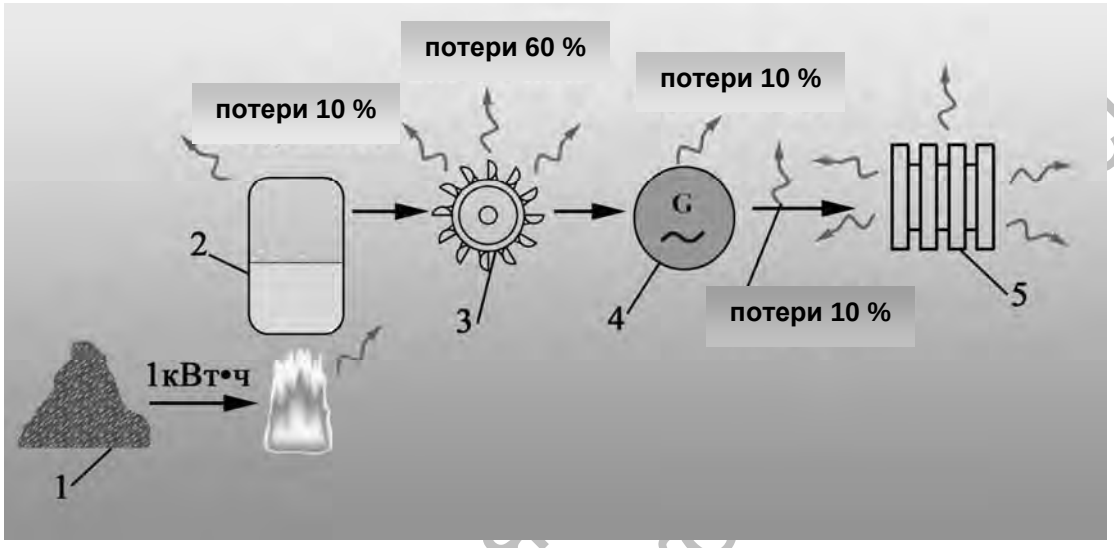

Рис. 3. Потери энергии при использовании электроэнергии для отопления: 1 – уголь или природный газ; 2 – котел; 3 – турбина; 4 – генератор; 5 – электрообогреватель

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Клименко, В. В.** Энергия, природа и климат / В. В. Клименко.– М. : МЭИ, 1997. – 214 с. : ил.

2. **Поспелова, Т. Г.** Основы энергосбережения / Т. Г. Поспелова. – Минск : Технопринт, 2000. – 353 с. : ил.

3. **Чистик, О. В.** Экология : учеб. пособие / О. В. Чистик. – Минск : Новое знание, 2001. – 248 с.

4. **Брагинский, О. Б.** Мировой нефтегазовый комплекс / О. Б. Брагинский. – М. : Наука, 2004. – 227 с. : ил.

5. **Стребков, Д. С.** Возобновляемая энергетика: для развивающихся стран или для России / Д. С. Стребков // Энергия : экономика, техника, экология. – 2002. – № 9. – С. 11–14.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 18.04.2007

S. D. Haliuzhyn, D. S. Haliuzhyn, O. M. Lobikova
Energy problem of the XXI century
Belarusian-Russian University

The classification of energy resources including resources standing between renewable and unrenewable has been given. The structure of world energy consumption has been considered. A detailed analysis of unrenewable energy resources and forecast of world fuel and energy complex further development have been given. Energy conservation problems have been considered on the basis of fundamental laws.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета