

природоохранную деятельность с целью повышения степени доверия со стороны общественности, привлекая население региона к решению экологических проблем, формируя и повышая экологическое сознание граждан.

Об Засевский В.П., 2006

УДК 621.31

Краснянский М.Е. (ДонНТУ)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА В XXI ВЕКЕ

*«Мы вовсе не получили Землю в наследство от наших предков - мы всего лишь взяли её в долг у наших детей»
(Антуан Сент-Экзюпери)*

Выполнен обзор и проведен анализ мировых достижений в области альтернативной энергетики, энергосбережения, ядерных и термоядерных технологий, «водородного» транспорта, альтернативного сельского хозяйства.

По оценке экспертов, в т.ч. по прогнозам Международного энергетического агентства (IEA), доступной нефти на Земле хватит лишь до 2030 (мнение пессимистов) — 2050 (мнение оптимистов) года. Запасы нефти на планете стремительно уменьшаются: из 1150 разведанных во всём мире гигабаррелей нефти «выкачаны» не менее 900, и в настоящее время ежедневно добывается по 80 мегабаррелей. По прогнозам экспертов запасов природного газа хватит до 2060–2080 гг. Уже в 2010 г. баррель нефти будет стоить более \$150, а 1000 м³ газа — более \$500. Поэтому в ближайшие 25–30 лет мировому сообществу предстоит осуществить «энергетическую революцию» [1–5].

1. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

Максимальное использование альтернативных экологически чистых возобновляемых источников энергии — солнца, ветра, малых и средних рек, океанских приливов и др., может покрыть до 15–20% потребности в энергии. Мировым лидером в ветроэнергетике является Германия: общая мощность её «ветряков» — около 5 тыс. МВт. В малой гидроэнергетике мировым лидером является Китай, где с 1950 по 2004 г. общая мощность малых ГЭС выросла с 6 до 35000 МВт.

Таблица 1. Ресурсы возобновляемой энергии

Источник энергии	Мировые ресурсы, млрд. ТВт·год
Солнечное излучение на поверхности земли	100
Стоки рек, морские волны и приливы	15
Ветер	5
«Зеленые» отходы, отходы животноводства и птицеводства, ТБО, хозбытстоки	0,5–1
Земные недра (термальные воды)	0,05

Российский лауреат Нобелевской премии по физике Жорес Алферов в недавнем интервью журналу «Мысль» отметил: «...по очень большому счету, нет будущего ни у атомной, ни у газовой, ни у нефтяной, ни у угольной энергетики. Будущее вообще, с точки зрения способа производства электроэнергии, есть только у одной области — это преобразование солнечной энергии».

Средний поток солнечной энергии на Землю составляет 200–250 Вт/м². На хозяйственную деятельность человека необходимо всего 2 Вт/м² в неиндустриальных районах и не более 15–20 Вт/м² — в высокоиндустриальных. Таким образом, для полного удовлетворения энергетических потребностей человечества достаточно использовать ~10% солнечной энергии.

Средний к.п.д. солнечных «нагревательных» коллекторов — 50%, кремниевых солнечных батарей — 25%. Российской Академией Наук разработана технология производства сверхчистых (степень очистки 10⁻⁷% и более) редкоземельных металлов (германий, галлий, скандий, индий и др.) для серийного производства солнечных фотоэлектрических батарей на основе так называемых «наногетероэлектриков» (НГЭ) с к.п.д. 85–90% и способностью работать даже ночью.

Себастиан Браат (Sebastian Braat), из университета Западного Сиднея (University of Western Sydney), Австралия, разработал «Солнечную черепицу» (Solar roof tiles). «Солнечная черепица» — это плитки, состоящие из основы (прозрачный поликарбонат) и двух главных слоёв: один — солнечные батареи, другой — тонкий резервуар с теплоносителем. Плитки используют солнечный свет для выработки электричества, на что идёт 12–18% падающей световой энергии. Остальная световая энергия осуществляет подогрев теплоносителя. Главное новшество этого изобретения — возможность укладывать эти плитки на крышу как обычную черепицу.

2. Вторичные энергоресурсы

Все органические отходы (муниципальные, древесно-целлюлозные, отходы животноводства и птицеводства, осадки (илы) городских канализационных коллекторов, «зелёные отходы» — ботва, кочаны, картофельные очистки, садово-парковые отходы и др.) могут быть переработаны с помощью микроорганизмов на биогаз и биоэтанол, что покрывает до 10–15% потребности в энергоносителях. Бразилия, например, в 2004 г. произвела из «зелёной массы» 7 млрд. л биоэтанола, что обеспечило 20% её потребностей в моторном топливе.

Перспективным направлением является получение бензина, дизтоплива, топочного мазута, а также ценных смол для органического синтеза из низкокалорийного природного твердого топлива — «молодого» каменного угля, бурого угля, торфа и сланца, запасов которых хватит на ближайшие 200–300 лет. Общемировые инвестиции в эту проблему превысили 15 миллиардов долларов.

Заслуживают внимания технологии газификации угля с получением высококалорийного горючего газа, богатого водородом. Корпорацией «Энерготрансинвест» под руководством Е. Сухина (Украина) создана эффективно работающая установка газификации угля.

Из 1 млн. т подготовленного угля можно получить около 500 тыс. т «угольной нефти» или около 2 млрд. м³ «синтез-газа», а также 0,5 млн. т водоугольного топлива — ВУТ.

3. Атомная энергетика

3.1. АЭС будущего

Атомные электростанции (АЭС) в XXI веке всё ещё будут играть важную роль, производя 20–35% мировой электроэнергии. Сегодня в мире функционируют 440 ядерных реакторов, 104 из которых расположены в США.

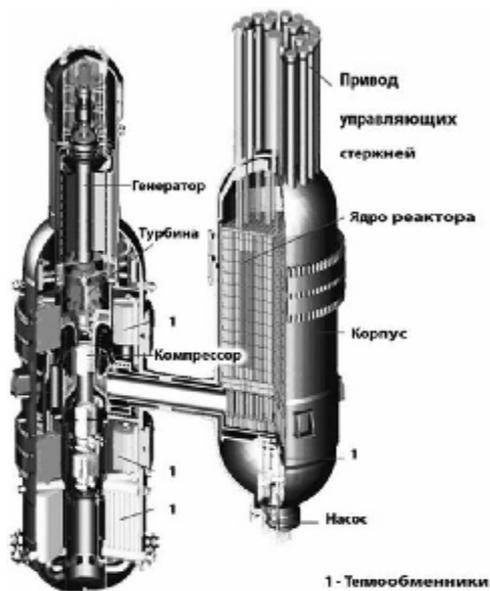


Рис. 1. АЭС будущего: слева — турбина с электрогенератором и теплообменниками, справа — реактор. (иллюстрация с сайта [gt-mhr.ga.com]).

АЭС XXI века перейдут на использование в качестве теплоносителя глубоко охлаждённого гелия. Тепло от ядерного реактора с помощью газовой турбины «замкнутого цикла Брайтона» будет превращаться в электроэнергию с к.п.д. более 50%. Такая система называется «Gas Turbine–Modular Helium Reactor» («GT-MHR»). При этом возможно размещение турбогенератора и реактора в закрытых капсулах под землёй. Применение в качестве теплоносителя гелия сулит ряд преимуществ. Гелий химически инертен и не вызывает коррозию узлов, не меняет своего агрегатного состояния, не влияет на коэффициент размножения нейтронов. Кроме того, достигается более полная выработка ядерного топлива, а простота конструкции обеспечивает меньшие затраты на изготовление реактора. Авторы проекта

(компания General Atomics, США и Агенство по атомной энергии России) утверждают, что «GT-MHR» будет единственной в мире АЭС, соответствующей первому (низшему) уровню безопасности.

«Росэнергоатом» приступает к созданию серии плавучих атомных электростанций (ПАЭС) мощностью до 40 МВт для обслуживания северных территорий. Срок службы таких ПАЭС — 50 лет, перезагрузка ядерного топлива — раз в 10 лет.

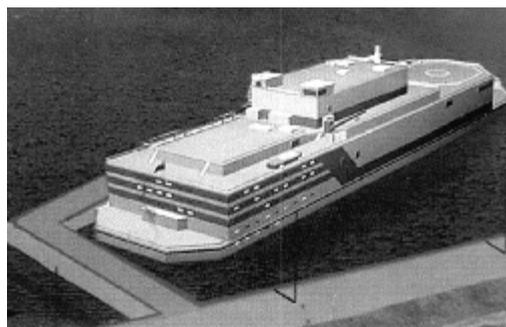


Рис. 2. Плавучая атомная электростанция (ПАЭС).

3.2. Утилизация отработанного ядерного топлива (ОЯТ)

В недалеком будущем все АЭС будут оснащены ядерными реакторами-«утилизаторами» («дожигателями») отработанного ядерного топлива (разработки России БН-600 и БН-800). Суть технологии — облучение ОЯТ мощным пучком быстрых нейтронов в специальных промышленных ускорителях («бридерная» технология, от «breeding»). При этом, во-первых, высокоактивные и долгоживущие изотопы в ОЯТ превращаются в короткоживущие и низкоактивные, что упрощает проблему захоронения такого «дожжённого ОЯТ». Во-вторых, в ядерном «утилизаторе» выделяется большое количество дополнительной энергии: на одну тонну ОЯТ — до 1 тыс.

дополнительных кВт. Ещё одно достоинство «бридеров» состоит в потенциальной возможности сжигания опасного (в политическом смысле!) «оружейного» плутония. Иными словами, речь идёт о создании замкнутого цикла по ядерному топливу.

3.3. Проблемы АЭС

Необходимо произвести более тщательные экологические и экономические оценки деятельности АЭС. В оценке стоимости электроэнергии, полученной от АЭС, необходимо учитывать стоимость: а) безопасного захоронения отработанного ядерного топлива (ОЯТ); б) складирования радиоактивных отходов (РАО) от добычи и обогащения урановой руды, включая ущерб, нанесенный природной среде; в) закрытия блоков АЭС, отработавших свой ресурс (полное и безопасное закрытие одного блока-«миллионника» АЭС обходится минимум в полмиллиарда USD); г) надёжного обеспечения безопасности АЭС от террористических актов.

Не всё ясно и с оценкой запасов урана. Эксперт «Greenpeace» Томас Броер предупреждает: «Наши подсчеты свидетельствуют, что запасов уранового сырья хватит лишь на ближайшие 65 лет. Тогда и настанет конец атомной энергетики. И это при условии, если в других странах не будут появляться многочисленные новые АЭС, в чем, однако, мы очень сомневаемся.» Действительно, только 4 страны-«гиганта» — США, Китай, Индия, Россия — планируют построить в ближайшие 10–15 лет около 50-ти ядерных блоков-«миллионников». Если всё это верно, тогда непонятно, на чем основан оптимизм представителей ядерной промышленности, по прогнозам которых урановой руды хватит ещё на 200–250 лет. Непонятно и то, что будет с десятками новых блоков АЭС, которые через 60–70 лет останутся из-за отсутствия ядерного топлива.

3.4. «Торий-урановый» цикл

В настоящее время активно идёт работа по созданию безопасных ядерных реакторов с «подкритичными» характеристиками, работающими не на уране-235, а на значительно более безопасном торие-232. Из тория-232 непосредственно в реакторе получают «вторичное» ядерное топливо — уран-233. Как и всякий четно-четный изотоп (с четным числом протонов и нейтронов) торий-232 не способен выделять при делении быстрые нейтроны. Но при облучении его извне мощным пучком быстрых нейтронов происходит трансформация: $\text{Th}^{232} + n \rightarrow \text{Th}^{233} \rightarrow \text{Pa}^{233} \rightarrow \text{U}^{233}$. А уран-233, как известно, — хорошее ядерное горючее, поддерживающее цепное деление, т.к. при делении его ядра на один «затраченный» нейтрон выделяется 2,37 новых (тепловых) нейтронов. Возможность реализации ториевых топливных циклов изучается уже больше 30 лет. Американский реактор «Fort-St-Vrain» был коммерческим реактором, работавшим на ториевом топливе. Этот высокотемпературный реактор (1300°C) с графитовым замедлителем и гелиевым охлаждением имел мощность 842 МВт и проработал с 1976 по 1989 годы. В нем было использовано почти 25 т тория, глубина выгорания которого составила 170 тысяч МВт-суток на тонну топлива. На уран-плутониевых реакторах, в том числе на всех украинских, средняя глубина выгорания ядерного топлива в четыре раза меньше, что означает в четыре раза меньшую эффективность его использования.

Существенно, что за время эксплуатации уран-ториевого реактора в нем нарабатывается в 10 тысяч раз меньшее количество изотопов трансураниевых

элементов, чем в аналогичном по мощности уран-плутониевом реакторе. В недалеком будущем весь крупный пассажирский, грузовой и военный морской флот будет оснащён именно такими реакторами.

4. Термоядерная энергетика [6,7,8]

40–50% электроэнергии будут производить мощные установки термоядерного синтеза, работающие на изотопе водорода — дейтерии с добавлением трития:



В отличие от ядерной, термоядерная энергия практически не таит радиационной угрозы. Дейтерий содержится в воде — это сырьё имеется в

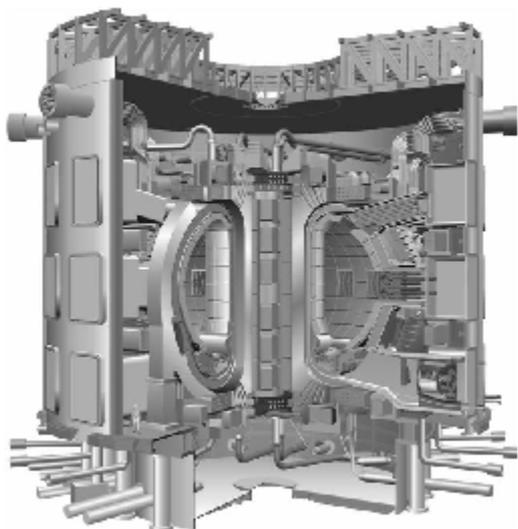


Рис. 3. Схема ITER. В центре — два мощных тороидальных магнита для удержания плазмы (иллюстрация с сайта [iter.com]).

достаточном количестве у любой страны. Например, дейтерия, содержащегося в стакане воды, достаточно, чтобы получить столько же тепла, сколько можно получить при сжигании 200 л бензина, т.е., один стакан воды заменит 5 полных бензобаков!

В настоящее время консорциум США-ЕС-Япония-Россия строит во Франции полупромышленный термоядерный реактор «ITER» (International Thermonuclear Experimental Reactor). Но ещё большие перспективы имеет термоядерный синтез при помощи тяжёлых ионов («heavy ion fusion — HIF»), разрабатываемый в Berkeley Lab (США).

Ещё одно перспективное направление — так называемый «холодный термоядерный синтез». Суть такой технологии в следующем: сквозь жидкость пропускают ультразвуковые волны, производя эффект типа акустической кавитации (сонолюминесценции) — быстрый рост и стремительное схлопывание миниатюрных пузырьков газа, растворённого в жидкости. Стенки этих пузырьков устремляются навстречу друг другу со скоростью до полутора километров в секунду, при этом ударная волна разогревает газ изнутри до 10 млн. градусов, что сопоставимо с температурой ядра Солнца. Исследователи использовали звуковые волны с частотой 20–40 кГц, направленные на сосуд с концентрированной серной кислотой, содержащей аргон. Ученые утверждают, что есть надежда добиться того, что выделяемой

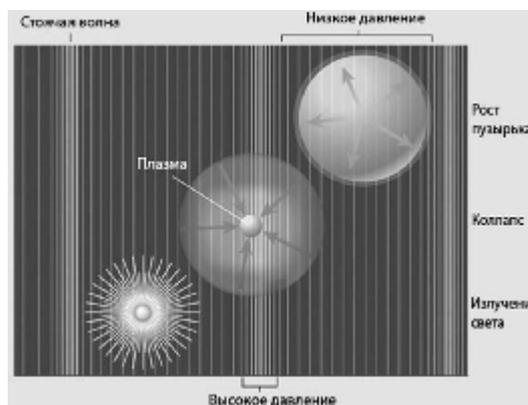


Рис. 4. Принцип сонолюминесценции (иллюстрация с сайта [nature.com]).

энергии может оказаться достаточно для осуществления термоядерного синтеза (исследования Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, USA).

Еще более грандиозный проект предложила Россия: использовать для термоядерного синтеза нерадиоактивный изотоп «гелий-3», одна тонна которого по запасу энергии равноценна 14 миллионам тонн нефти. «Гелия-3» на Земле практически нет, зато огромные его запасы имеются... на Луне! Там Россия и собирается к 2020 г. построить шахту и добывать «гелий-3». Один рейс российского космического корабля «Прогресс» обеспечит всю Россию «гелием-3» на целый год!

5. Электроэнергия

Электроэнергия высокого напряжения будет транспортироваться по «однопроводным» линиям электропередач. Впервые эту идею еще 100 лет назад высказал выдающийся физик Никола Тесла. Суть этой идеи в том, что электроэнергия передаётся с помощью реактивного ёмкостного тока в резонансном режиме. Преимущества данного способа передачи несомненны: два алюминиевых или медных провода заменяются одним стальным; потери электроэнергии в однопроводном кабеле близки к нулю; короткие замыкания в таком кабеле невозможны; несанкционированный отбор энергии исключается.

Освещение жилых и офисных помещений будет осуществляться 5-ваттными светодиодами. Имея срок службы 10 лет и потребляя в 20 раз меньше энергии, они обеспечивают такой же уровень освещенности, как и нынешние 100-ваттные лампочки накаливания.

6. Нанотехнологии и энергетика [9]

На машиностроение, в первую очередь электронное и точное, большое влияние окажут нанотехнологии. Следует весьма серьёзно относиться к возможности «молекулярной сборки», на первый взгляд, полуфантастическому направлению. Группа исследователей из Cornell University (США) построила интегрированную био–нанoeлектромеханическую систему (НЭМС) — биомотор вращательного действия на основе фермента АТФазы. А исследователи из Berkeley University (США) сконструировали действующий электростатический наномотор размером 500 нанометров ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Ротор наномотора изготовлен из золота и закреплен на многослойной нанотрубке («фуллерене»). Подшипники образованы двумя нанотрубками, вставленными одна в другую. Толщина ротора — всего 10 нм. Два заряженных золотых статора расположены на кремниевой поверхности. Пропуская через нанотрубку слабый электрический ток, ученые добились перемещения отдельных наночастиц индия и других металлов вдоль нанотрубки. Подобным образом работает любой заводской конвейер, перемещая сборочные части от одного рабочего места к другому.

Скорее всего, изменится и традиционное «тяжелое машиностроение», что может частично или полностью исключить многие традиционные энергозатратные и экологически грязные циклы, такие как металлургический, а также циклы обработки металлов (прокат, прессование, фрезерные и токарные работы, сварка и т.д.). Израильская компания «ApNano» уже создала новые материалы, многократно прочнее, легче и жаропрочнее стали, которые могут стать основой для необычайно прочной наноброни. Новые материалы названы «неорганические наноструктуры, подобные фуллеренам» (inorganic fullerene-like nanostructures — IF). Они представляют собой сульфиды металлов; особенно перспективны материалы на основе титана. Эти материалы синтезированы в

виде наночастиц — трубок и сфер толщиной всего в десятки атомов. Составленные из таких частиц материалы показывают необычайно высокую прочность и превосходную способность восстанавливать после воздействия первоначальную форму. Образцы IF на основе вольфрама останавливали стальные снаряды, летящие со скоростью 1,5 км/с, при этом в точке удара создавалось давление до 250 тонн на квадратный сантиметр, а также выдерживали статическую нагрузку в 350 тонн на квадратный сантиметр. IF-материалы будут использовать для строительных конструкций зданий и сооружений, корпусов ракет, самолетов, морских судов, автомобилей, бронетехники и других целей. Израиль планирует начать промышленное производство IF-материалов в 2007 г.

7. Транспорт

7.1. Водородомобили [10,11]

Все бензиновые и дизельные автомобили, «малый» водный транспорт, а также военная бронетехника будут работать на водородных топливных элементах. В США в 2004 г. были открыты первые «водородные заправки», а фирма «Honda», впрочем, как и все другие ведущие автомобильные фирмы мира, начала мелкосерийный выпуск электромобиля «FCX» на водородных

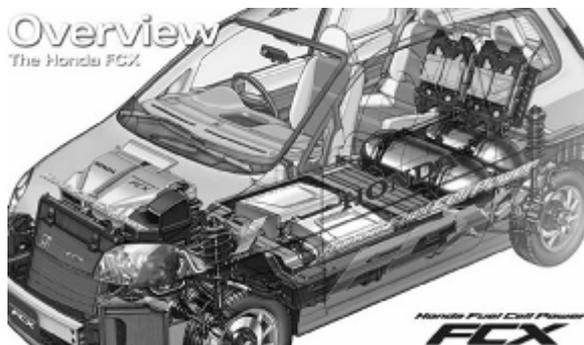


Рис. 5. Схема FCX: под капотом — электромотор и система управления; под передними сиденьями — топливные элементы, под задними сиденьями — баллоны с водородом; за спинками задних сидений — батареи суперконденсаторов (иллюстрация с сайта [world.honda.com]).

топливных элементах «Honda FC Stack» с длиной пробега без заправки до 500 км. Не утратят популярность и автомобили-«гибриды», в которых сочетаются двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и мощный электроаккумулятор. Например, пятиместный «гибрид» «Toyota Prius II» имеет расход бензина в городе 2,8 литра на 100 километров. Рабочий объем его 4-х-цилиндрового ДВС — 1,5 литра, мощность — 76 лошадиных сил. Существует синхронный электродвигатель на постоянных магнитах мощностью 67 лошадиных сил. Зарядка аккумуляторных батарей идет сразу с двух сторон — от ДВС и от колес при торможении. Изюминка машины — делитель мощности (планетарная трансмиссия). Общий к.п.д. «Prius II» — 37%.

Прогресс в этой отрасли стремителен: американская компания «AFS Trinity Power Corporation» уже разработала и налаживает его выпуск «гибридного» автомобиля, расход топлива у которого будет составлять примерно один литр на сто километров!

Британская компания «Modex» начала серийный выпуск одноименного грузового электромобиля-фургона, по

топливных элементах «Honda FC Stack» с длиной пробега без заправки до 500 км.

Не утратят популярность и автомобили-«гибриды», в которых сочетаются двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и мощный электроаккумулятор. Например, пятиместный «гибрид» «Toyota Prius II» имеет расход бензина в городе 2,8 литра на 100 километров. Рабочий объем его 4-х-цилиндрового ДВС — 1,5 литра, мощность — 76 лошадиных сил. Существует



Рис. 6. Грузовой электромобиль-фургон «Modex».

основным параметрам практически не уступающего автомобилям с ДВС. Грузовик оснащён электромотором мощностью 102 лошадиные силы с максимальным крутящим моментом равным 300 Н·м. Его никелевые батареи выдерживают тысячу полных циклов заряда–разряда и обеспечивают фургону дальность хода в 160–193 километра. Этого вполне хватает на один–два дня работы в городе. Зарядка батареи осуществляется за ночь. Грузоподъёмность машины составляет 2 тонны, максимальная скорость — 80 км/час. Почти полное отсутствие движущихся частей, кроме ротора, приводных валов и колёс, означает высокую надёжность автомобиля. Поэтому межсервисный интервал равен 32 тысячи километров, а гарантия даётся на 160 тысяч километров (т.е. на 3 года). В дальнейшем компания намерена показать вариант с более ёмкими и лёгкими литиевыми батареями, а также модификацию на топливных элементах.

Важно, что выхлопы любых водородных двигателей являются экологически чистыми и содержат только водяной пар.

7.2. Хранение водорода

Водород в автомобиле можно хранить тремя способами: в сжатом виде в облегченных сверхпрочных баллонах, рассчитанных на давление до 350 атм, в сжиженном виде в теплоизолированных ёмкостях или в металл-гидридах. Учёные из Danmarks Tekniske Universitet (DTU) изобрели «водородные таблетки», которые, по мнению авторов, перевернут представления людей об опасности использования водорода в автомобиле. Новая технология хранения водорода обещает практически такую же плотность упаковки энергии, как у бака с бензином, при этом гарантируя абсолютную пожарную безопасность. В состав таблеток входит аммиак, который разлагается в присутствии катализатора, освобождая водород. Когда таблетка пустеет, нужно просто накачать в неё новую порцию аммиака.

7.3. Двигатель на «антиматерии» [12]

Мировая наука всё более и более приближается к реальному двигателю «на антиматерии». При столкновении материи и антиматерии высвобождается

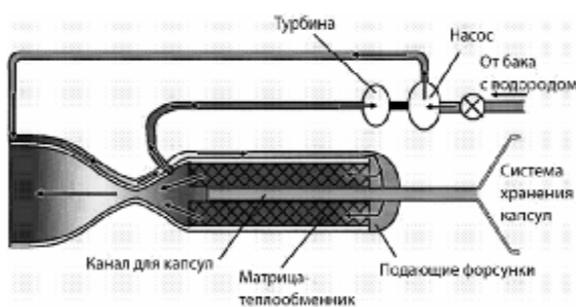


Рис. 7. Схема ракетного двигателя типа «Позитронный реактор» (иллюстрация с сайта [Positronics Research]).

разработал и испытал «Позитронный реактор», в котором топливом служат позитроны:



Предполагается, что несколько десятков миллиграммов «позитронного топлива» будет наработано на земных установках и помещено в большое число миниатюрных магнитных капсул-ловушек. Эти капсулы поочередно с большой частотой будут направляться в реактор-матрицу. Если в центре реактора «открыть» ловушку, позитроны аннигилируют и дадут вспышку излучения, повышающую температуру теплообменника реактора. Пропущенный через реактор водород, разогреваясь, с большой скоростью будет истекать из сопла двигателя. Такой «звездолёт» в десятки раз легче нынешних, а «позитронный двигатель» надёжен, т.к. почти не имеет вращающихся и перемещающихся деталей. По грубой оценке, чтобы произвести 10 миллиграммов «позитронного топлива», необходимого для пилотируемой марсианской миссии, нужно приблизительно \$250 миллионов.

8. Энергетика ЖКХ

8.1. Тепловое хозяйство

Всё тепловое коммунальное хозяйство будет полностью децентрализовано. Давно пора перестать зарывать в землю миллионы «тонно-километров» металлических труб, из которых в ту же землю «уходит» 25–40% тепла. Теплом и горячей водой каждый дом будет обеспечиваться автономно за счет электроэнергии: ночью работают электро- или гидродинамические нагреватели (ГДН), аккумулируя тепло по низкому «ночному» тарифу, днём — солнечные коллекторы (летом) и/или тепловые насосы (зимой) на низкопотенциальном «вторичном» тепле. В Швеции, например, уже эксплуатируется свыше 300 тысяч тепловых насосов. До 2010 г. будут оставаться газифицированные дома, но с использованием автономных газовых мини-котельных с автоматической регулировкой для минимизации расхода газа и воды.

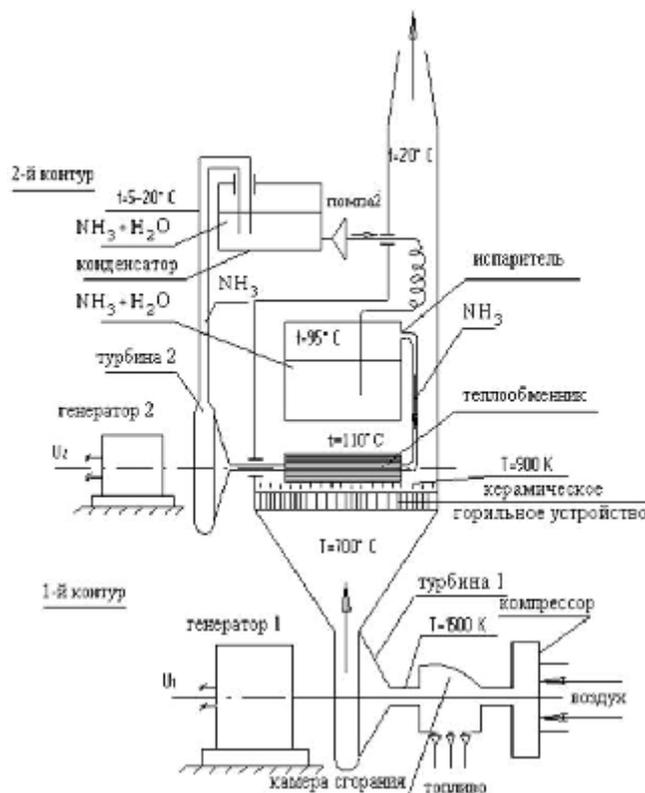


Рис. 8. Двухконтурная энергетическая установка Мягкова с керамическими горелочными устройствами.

При этом сгорание газа будет осуществляться в керамических горелочных устройствах с высокой полнотой сгорания (99,99%) углеводородного топлива в интервале температур 900–2000K (разработка К. Мягкова, «Инжпроект», Россия, см. рис. 8).

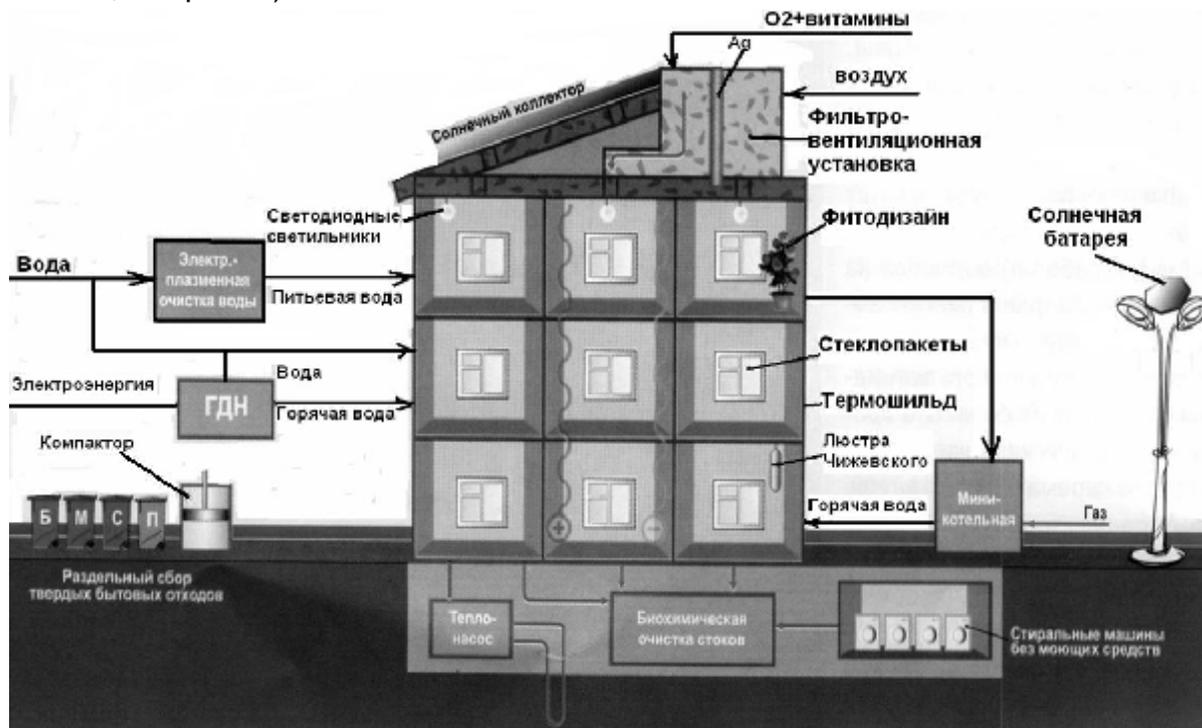


Рис.9. Вариант «энерго-эко-эффективного» дома по проекту М.Краснянского [13].

Кроме того, все источники тепла должны быть оснащены термоэлектрическими элементами для утилизации «лишнего» тепла: например, обыкновенный комнатный радиатор отопления, оснащенный таким термоэлементом, дает дополнительно до 150 ватт электроэнергии. Такие термоэлектрорэлементы высокого качества разработаны в Институте термоэлектричества Академии Наук Украины.

8.2. «Нулевые» дома

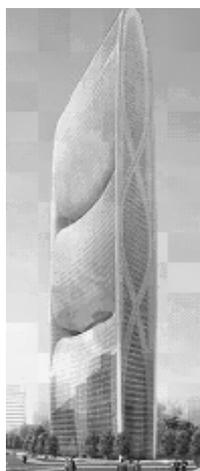


Рис. 10. «Нулевой небоскрёб». На правом торце здания видны ветровые жерла (иллюстрация с сайта [archrecord.construction.com]).

Американская компания «Zoka-Zola» разработала проект особняка, не нуждающийся для своего функционирования в подключении к внешним источникам энергии. Проект Glass & Bedolla House относится к растущей плеяде проектов «zero energy house» — домов, не требующих энергии из сети. Для этого авторы проекта коттеджа применили едва ли не все известные ухищрения: солнечные электрические батареи и солнечные теплоколлекторы, ветрогенератор и геотермальный источник тепла (зимой) и холода (летом), современные теплоизолирующие материалы.

В настоящее время Чикагская архитектурная компания «SOM» проектирует 300-метровую 70-этажную «Башню

жемчужной реки» (Pearl River Tower) в городе Гуаньджоу, Китай. Это будет небоскрёб с «нулевой энергией». Здание будет использовать энергию ветра и солнца. Выгнутые фасады «Башни жемчужной реки» призваны направлять ветер в специальные жерла, имеющиеся на каждом этаже, где установлены ветровые турбины. По фасаду установлены ряды солнечных батарей (фотоэлектрических панелей), поставляющих электричество в аккумуляторы здания. Кроме того, на здании смонтированы солнечные тепловые коллекторы, нагревающие воду для обитателей небоскрёба. В проекте запланирована система сбора дождевой воды, а также система очистки и рециркуляции сточной воды, что должно сократить до минимума потребность здания во внешнем источнике воды.

9. Энергосберегающие «революции» в сельском хозяйстве

9.1. «Био»-еда

Ученые NASA и Meriland University разработали биотехнологию, позволяющую в ближайшем будущем осуществить промышленное производство мяса животных, птиц и рыб, выращивая его из их клеток.

9.2. «Вертикальные фермы»

Большая часть сельхозпродукции, в основном, высококачественные злаки и овощи будет выращиваться в так называемых автоматических гидропонных контейнерах. Ученые Columbia University (Нью Йорк, США)



Рис. 11. Небоскрёб, в котором «живут» овощи и зерновые культуры (иллюстрация с сайта [verticalfarm.com]).

предложили проект «Вертикальная ферма» («Vertical Farm») — десятки этажей, заполненные автоматизированными гидропонными теплицами с искусственным освещением, дополняющим естественное, частичным обеспечением электрической энергией за счет солнечных батарей на крыше и метантенков в подвале, где органические отходы перерабатываются в биогаз. Такая ферма будет давать несколько урожаев в год, а изолированные растения будут защищены от инфекций и вредителей, поражающих поля. Кроме того, имеется возможность переноса агропромышленности

в город, вследствие чего резко падают транспортные расходы.

Аналогичный проект 50-этажного «сельхоз-небоскрёба» площадью основания 1 га (100х100 м) с многоярусным оформлением каждого этажа здания предложила американо-израильская фирма «Organitech». При урожае, например, пшеницы по 65 центнер/га можно получить урожай $500 \times 65 = 32\,500$ ц, что при минимум трёх урожаях в год даёт около 100 000 ц/год пшеницы!



Рис. 12. Макет многоярусного выращивания зелёной массы на каждом этаже «сельхоз-небоскрёба».

9.3. Биодизель и газохол

Остальная («земляная») часть сельского хозяйства перейдёт, в основном, на выращивание рапса для производства «биодизеля» (аналог «солярки») и генномодифицированных кукурузы и картофеля с повышенным содержанием крахмала для производства этанола, необходимого для производства моторного топлива «газохол» — смеси бензина и спирта. Это позволит превратить дотационное сельское хозяйство в высокорентабельную отрасль.

9.4. «Безплужные» технологии

При этом «земляное» сельское хозяйство будет полностью переведено на низкоэнергетические «безплужные» технологии («no-till», т.е. «без вспашки»), что в 4–5 раз сократит расход дизтоплива с 100–120 до 15–20 л на 1 га зерновых. Также будет иметь место частичный или полный отказ от энергоёмких «химических» удобрений в пользу «био-удобрений», например, на основе продуктов жизнедеятельности красного калифорнийского червя.

* * *

В заключение хочу выразить надежду, что руководство всех стран мира всё же понимает неотвратимость надвигающихся энерготехнологических проблем и не станет обречённо ждать, пока будут «выжжены» все запасы нефти и газа, а попутно окончательно уничтожена окружающая природная среда.

Помните: каменный век закончился вовсе не потому, что на Земле закончились камни...

Литература

1. **Энергоэффективность как основа устойчивого развития мира.** Под ред. проф. Г. Асланяна / М.: Папирус, 2000. — 290 с.
2. **Андреев Е.И.** Естественная энергетика / Санкт-Петербург: «Нестор», 2000. — 122 с.
3. **Дж. Хартика.** Основы высокоэффективных энергосистем // Новая энергетика, 2004. — Вып. 20. — № 5. — С. 44–48.
4. Косинов Н.В. Электродинамика физического вакуума // Физический вакуум и природа, 1999. — № 1. — С. 24–59.
5. **Кондрашов Б.М.** Способы преобразования энергии внешней среды // Новая энергетика, 2004. — Вып. 16. — № 1. — С. 34–38.
6. **Путвинский С.В.** Возможна ли будущая мировая энергетика без «термояда» // Энергия, 2002. — № 6. — С. 22–25.
7. **Потапов Ю.С., Фоминский Л.П.** Вихревая энергетика и холодный ядерный синтез. — Черкассы: «Око-плюс», 2000. — 387 с.
9. **Пуп Ч., Оуэнс Ф.** Нанотехнологии. — М.: Мир, 2004. — 478 с.
10. **Бер П., Шнайдер Г.** Транспортные средства на водороде // Новая энергетика, 2003. — Вып. 12. — № 3. — С. 69–75.
11. **Канарев Ф.М.** Введение в водородную энергетiku / Сб. трудов МИС-РТ, Москва, 1999. — № 11. — С. 3–14.
12. **Сахаров А. Н.** Гравитационные двигатели // Новая энергетика, 2005. — Вып. 24. — № 5. — С. 39–42.
13. **Краснянский М.Ю.** Концепція проекту «Енергоефективний район» // Будівництво України, 2006. — № 4. — С. 23–25.

О Краснянский М.Е., 2006