

БУДУЩЕЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ОПРЕДЕЛЯЕТ ЗАДАЧИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА УКРАИНЫ*

Б.Е. Патон, И.М. Неклюдов, В.С. Красноруцкий**

****Национальная академия наук Украины, Киев;**

**Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
Харьков, Украина**

Дан краткий анализ состояния и развития атомной энергетики в мире. Результаты физических и технических разработок, достигнутые на сегодня, показывают, что в долгосрочной перспективе атомная энергетика как базовый макроисточник энергии может обеспечить существование и развитие человечества. Исходя из требования обеспечения устойчивого социально-экономического существования Украины как государства, определены основные задачи развития ядерного топливного цикла Украины, которые необходимо реализовывать сегодня и в среднесрочной перспективе.

Устойчивое социально-экономическое развитие государства на каждом этапе его существования возможно только на основе полноценного энергетического обеспечения. Уровень жизни населения каждого государства в условиях развитого промышленного производства в первую очередь определяется экономикой производства электроэнергии. Поэтому в своей деятельности общество стремится использовать доступные существующие ресурсы и освоенные технические достижения, которые дают требуемый результат. На

современном этапе своего существования человечество при производстве энергии в основном использует природные ресурсы земли, сжигая органические виды топлива – уголь, газ, нефть, и в меньшей мере возобновляемые источники энергии – солнце, ветер и ядерную энергетику, которая в силу физических характеристик ближе к возобновляемым источникам.

На рис. 1 отражена структура первичных источников производства электроэнергии в мире и Украине в настоящее время [1].

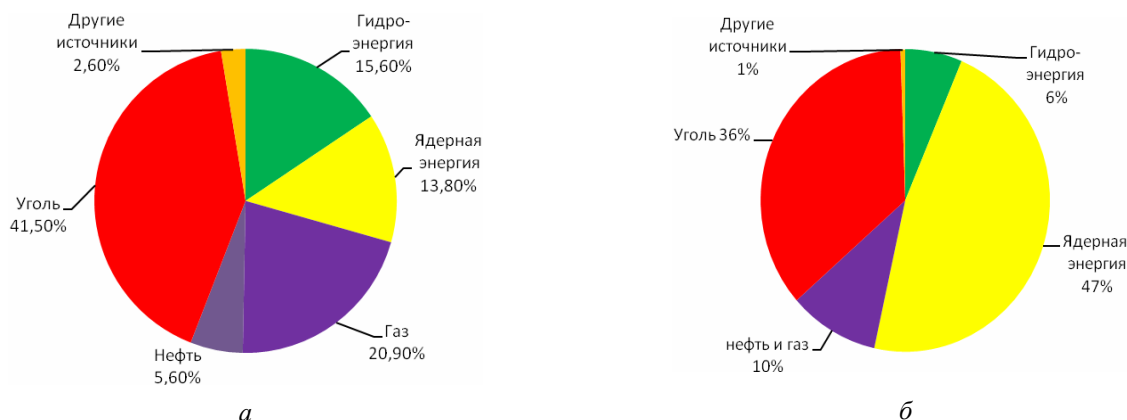


Рис. 1. Структура первичных источников производства электроэнергии: а – в мире, б – Украине

Главный показатель данных, приведенных на рисунке, это стремление Украины наиболее полно использовать свои ресурсы при производстве электроэнергии. Если в мире использование органического топлива как источника энергии составляет 68 %, то в Украине ~ 46 %, в основном, за счет большого вклада использования ядерной энергии.

Стремление каждого государства к устойчивому, стабильному и независимому существованию в долговременной перспективе требует определения и развития стабильного базового источника электроэнергии. С этой точки зрения сформулированы основные требования к источникам производства электроэнергии:

- максимальная самообеспеченность;
- безопасность;
- экологичность;
- экономичность.

Применительно к широкомасштабной ядерной энергетике они сформулированы МАГАТЭ как фундаментальные:

- неограниченность запасов топливного сырья;
- естественная безопасность ядерных энергетических установок;
- неизменность радиационного фона земли;
- обеспечение режима нераспространения.

В таблице приведены некоторые характеристики основных источников производства электроэнергии, исходя из приведенных выше требований.

* Доклад на V Научно-техническом совещании-семинаре «Развитие атомной энергетики России, Украины и Армении – фактор устойчивого межгосударственного сотрудничества». Сочи, октябрь 2012 г.

Характеристики основных источников производства электроэнергии [2–6]

Характеристика	Энергетические системы на органическом топливе			АЭС	Ветровая энергетика
	Уголь	Газ	Нефть		
1. Выбросы парниковых газов, г/(кВт·ч) (SO ₂ , NO _x , CO ₂)	1050	650	750	21	98
2. Количество смертей на трлн. кВт·ч	170000	4000	36000	90 (с учетом Чернобыля и Фукусимы)	150
3. Внешние затраты, евроцент/(кВт·ч)	2...10	1...4	3...11	0,2...0,7	0,05...0,25
4. Себестоимость (топливная составляющая), цент/(кВт·ч) (процент от общих затрат)	7,94 (2,61)	8,95 (4,7)	9,93 (6,28)	6,79 (0,84)	~ 10
5. Ресурсы (достаточность), лет	217	60	46	тыс. лет	Неисчерпаемые

Общие суждения об источниках энергии, сложившиеся у специалистов к настоящему времени, сводятся в основном к следующему.

Энергоисточники, использующие органические виды топлива, ограничены по запасам и имеют негативное влияние на экологию среды и человека вследствие уничтожения кислорода и выбросов в атмосферу вредных продуктов сгорания. Реализация мер по снижению выбросов требует значительных экономических затрат [7]. Но главное, когда мы говорим о будущем, никто не может спрогнозировать, что будет, когда реально начнут снижаться объемы добычи органических видов топлива. Какова будет цена органических видов топлива при явном их дефиците? Смогут ли вообще приобретать их малые и слаборазвитые государства. В принципе стоит вопрос, что будет с человечеством, если на этот период времени не будут задействованы другие макроисточники энергии.

В этом плане возобновляемые источники энергии, в первую очередь солнце, ветер, вода, не могут играть базовую роль в энергообеспечении вследствие зависимости от мест расположения станций, нестабильности природных факторов и других показателей [8]. Однако с учетом всех показателей эти источники могут занимать значительное место в стабильном обеспечении электроэнергией отдельных регионов. Поэтому их надо развивать в сочетании с основным базовым источником энергии.

При рассмотрении реальных макроисточников энергии для обеспечения человечества в будущем особая роль отводится ядерной энергетике (ядерные реакторы, термоядерные установки) [9].

На сегодня в промышленных масштабах существует только атомная энергетика. Технические решения по использованию термоядерной энергии должны еще быть разработаны.

Атомная энергетика (АЭ) – это результат передовых достижений человечества в физике и технике. Ядерное топливо – как сырьевой компонент – решающее преимущество ядерной энергетике; это надежная база устойчивого развития, возможность воспроизводства топлива и

обеспечение неограниченности ресурсов во времени. По экономическим показателям АЭ конкурентоспособна с другими источниками энергии.

На сегодня завершается этап становления атомной энергетике на основе реакторов на медленных нейтронах. Создаваемые АЭС по новым проектам практически обеспечивают все требования по безопасности. Несмотря на очевидные достоинства АЭ и отрицательные последствия использования органического топлива для производства электроэнергии, в мире не наблюдается стремления к переходу к крупномасштабному использованию АЭ. Это объясняется в первую очередь неверием части населения в безопасность АЭ, усугубляемое тяжелыми авариями на АЭС (Чернобыль, Фукусима), которые были построены по старым проектам. Необходимо учитывать, что первые атомные энергетические установки были созданы на основе разработок ядерных установок военно-промышленного комплекса, вследствие чего установкам и ядерным топливным циклам в целом на первом этапе развития был присущ целый ряд отрицательных характеристик с точки зрения безопасности.

Другая причина – неопределенность экономических показателей ядерных топливных циклов (ЯТЦ) в целом, обусловленных оценочными значениями экономики заключительной стадии ЯТЦ – обращением с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ).

Разрабатываемые решения по обращению с ОЯТ преследуют достижение двух стратегических целей – реализацию принципа максимального топливоиспользования и обеспечение минимального содержания долгоживущих продуктов деления ядерного топлива в РАО, подлежащих захоронению (удалению в долговременные подземные хранилища) с целью предотвращения воздействия на экологию окружающей среды [10]. Поставленные цели невозможно достичь без ввода в структуру атомной энергетике реакторов на быстрых нейтронах, с помощью которых можно решать задачи по неограниченному воспроизводству

вторичного ядерного топлива и поддержанию состояния равновесного количества высокоактивных радиоактивных изотопов в ЯТЦ.

Далее, на этапе ускоренного развития АЭ, должны рассматриваться многокомпонентная структура АЭ с коммерческими реакторами различного типа и назначения (производство электроэнергии, тепла, водорода, химические процессы и др.) и ЯТЦ, которые обеспечивают топливом все типы реакторов.

Таким образом, при рассмотрении мировых запасов природного урана и возможности наработки вторичного ядерного топлива для обеспечения АЭ возникают вопросы не только по требованию к коэффициенту воспроизводства (КВ) быстрых реакторов, но и более детальной оценки, когда необходимо их широкомасштабное внедрение с конкретной привязкой к структуре АЭ региона (страны) и удовлетворение спроса на ядерное топливо не в отдельной стране, а, практически, во

всем мире с учетом при этом принципа нераспространения [11].

На рис. 2–5 представлены в обобщенном виде схемы рассматриваемых вариантов ЯТЦ для поэтапной реализации.

ОТКРЫТЫЙ И ЗАМКНУТЫЙ ЯТЦ С РЕАКТОРАМИ НА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ (ТР)

На сегодня в мире реализуется в основном открытый ЯТЦ с реакторами на тепловых нейтронах (PWR, ВВЭР, РБМК, CANDU) (см. рис. 2,а), и только на небольшом количестве АЭС применяется частично замкнутый ЯТЦ (см. рис. 2,б). Данное состояние обусловлено экономическими показателями и нерешенностью завершающих этапов обращения с ОЯТ и РАО и вызвано опасением населения о влиянии в будущем долгоживущих радиоактивных продуктов ОЯТ, удаленных в геологические формации, на экологию среды.

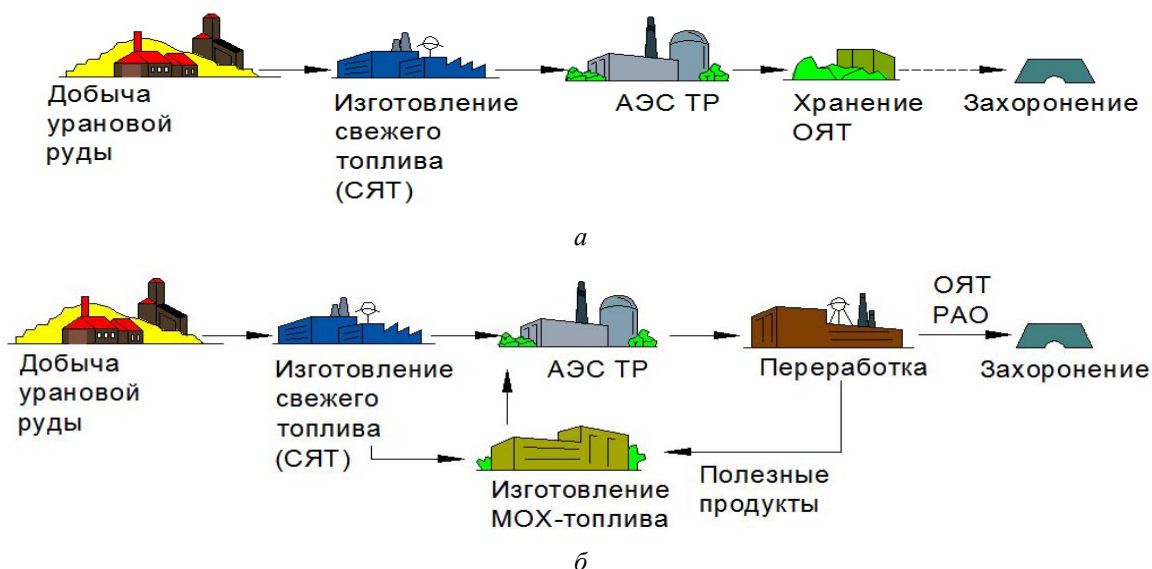


Рис. 2. Схемы рассматриваемых вариантов ЯТЦ с реакторами на тепловых нейтронах: а – открытый; б – замкнутый

При сегодняшнем состоянии технических решений и стоимости природного урана открытый ЯТЦ характеризуется лучшими экономическими показателями стоимости производства электроэнергии по сравнению с замкнутым ЯТЦ. Данное положение во многом обусловлено тем, что в замкнутом ЯТЦ достаточно полно проработаны основные технологии переработки ОЯТ и достаточно точно определена стоимость переработки, включая извлечение полезных продуктов (U, Pu) и кондиционирование РАО (остекловывание). Остается неопределенной (оценочной) стоимость заключительного этапа обращения с ОЯТ – захоронения РАО.

В открытом ЯТЦ практически остаются нерешенными вопросы технологий кондиционирования и удаления (захоронения) ОЯТ. В результате существуют только оценочные значения стоимости этих этапов. Поэтому возможно

по открытому ЯТЦ фигурируют заниженные экономические показатели по сравнению с замкнутым ЯТЦ. Следует иметь в виду, что при повышении цены на естественный уран в процессе решения задач по наиболее экономичному топливо-использованию и проблемам продления жизни тепловых реакторов при истощении природных ресурсов урана практически полномасштабно будет реализовываться в АЭ замкнутый ЯТЦ. Пока же в мире превалирует так называемое «отложенное решение», когда ОЯТ отправляют на контролируемое хранение в надежде, что в обозримое время будут разрешены все проблемы, и можно будет принять решение о дальнейших типах ЯТЦ, которые необходимо реализовывать.

Атомная энергетика, основанная на использовании реакторов на тепловых нейтронах в открытом ЯТЦ, имеет ограниченное развитие вследствие ограниченных сырьевых ресурсов урана,

доступных для добычи по приемлемым экономическим показателям.

Введение замкнутого ЯТЦ, основанного на извлечении из ОЯТ и дожигании ядерного топлива в тепловых реакторах, продлевает жизнь реакторов, но не решает проблему в целом. С экономической точки зрения (в первую очередь возможности улучшения топливоиспользования) необходимо рассматривать этот вариант ЯТЦ как промежуточный в привязке к возможностям каждого государства в отдельности.

Несмотря на опасения негативного влияния на экологию среды долгоживущих радиоактивных изотопов, находящихся в ОЯТ и удаленных в геологические формации, многие государства не отвергают возможности функционирования открытого ЯТЦ.

ЯТЦ С РЕАКТОРАМИ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

На сегодня практически ясно, что АЭ может макроразвиваться, если в ее структуре будут присутствовать реакторы на быстрых нейтронах (БР), с помощью которых можно обеспечить неограниченное воспроизводство вторичного ядерного топлива и поддерживать равновесное состояние количества высокоактивных долгоживущих изотопов в ЯТЦ путем выделения их из ОЯТ, введения в свежее ядерное топливо и выжигания в реакторе. На кондиционирование и удаление в геологические формации будут отправляться только изотопы с малым временем жизни.

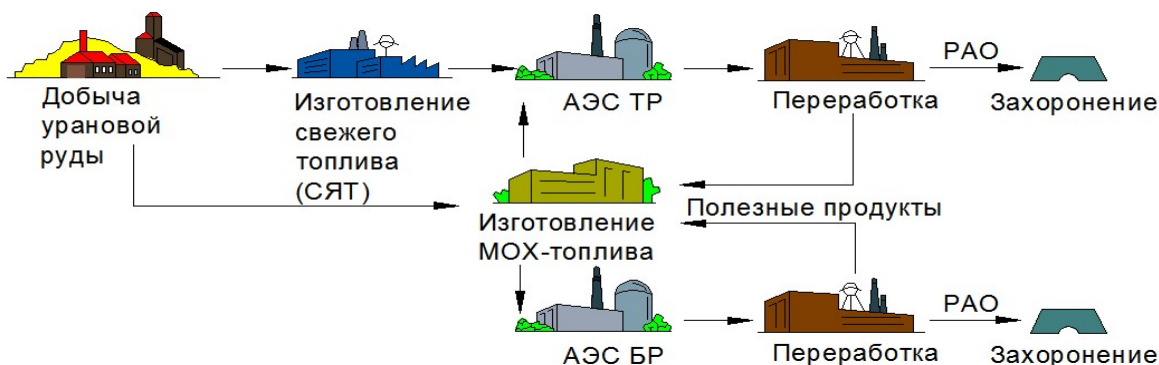


Рис. 3. Замкнутый ЯТЦ с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах ($K_B > 1$)

В настоящее время рассматриваются в основном два варианта введения в структуру атомной энергетики быстрых реакторов. Первый вариант предлагает создание быстрых реакторов с коэффициентом воспроизводства ядерного топлива (плутония) существенно выше единицы ($K_B \sim 1,6$) [12]. Схема ЯТЦ показана на рис. 3

Данный вариант позволяет обеспечивать не только собственные нужды и ускоренное развитие АЭ, но и поддерживать функционирование реакторов на тепловых нейтронах в структуре АЭ.

Второй вариант предлагает ЯТЦ с быстрыми реакторами естественной безопасности ($K_B \sim 1,05$) [13] (рис. 4). Поскольку плутоний наиболее эффективно сжигается именно в быстрых реакторах, предлагается реализовать ускоренный ввод самодостаточной системы быстрых реакторов с использованием всех ресурсов: плутония, накопленного ранее и выделяемого при переработке всех ОЯТ, отказ от неэффективного сжигания плутония в виде смешанного топлива в тепловых реакторах.

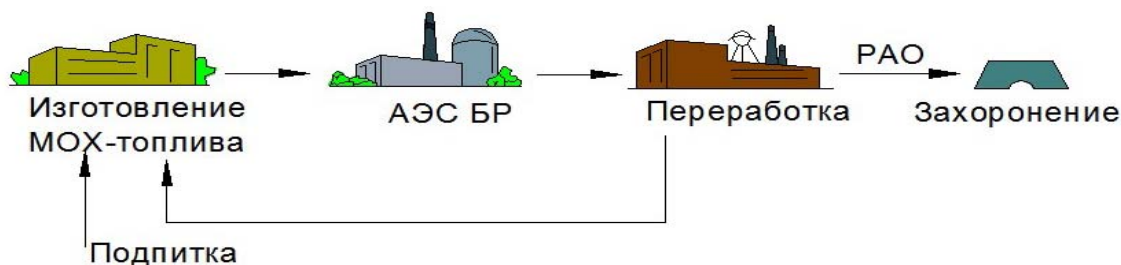


Рис. 4. ЯТЦ с быстрыми реакторами естественной безопасности ($K_B \sim 1$)

Несмотря на привлекательность идеологии второго варианта, в этом случае возникает много вопросов по реализации многокомпонентной структуры АЭ, когда есть намерения использовать реакторы различных типов. Условно их можно назвать реакторами спецназначения (высокотемпературные газовые (ВТГР), с жидкосолевыми расплавами, подкритические,

исследовательские и др.) для решения различных задач в химической промышленности, металлургии, для наработки водорода, для опреснения воды и других целей. Как обеспечивать топливом все типы реакторов в этом варианте, пока не ясно.

Решение основных проблем существования крупномасштабной АЭ сводится к обеспечению топливом всех реакторов и поддержанию чистоты

экологии среды в настоящем и будущем. Существуют предложения, что для решения создания экономически чистой ядерной энергетики необходимо вводить в многокомпонентную структуру АЭ специальные реакторы или системы

(электроядерные установки, бланкеты термоядерных реакторов и др.) для выжигания долгоживущих радионуклидов, образующихся в ОЯТ всех реакторов (рис. 5).

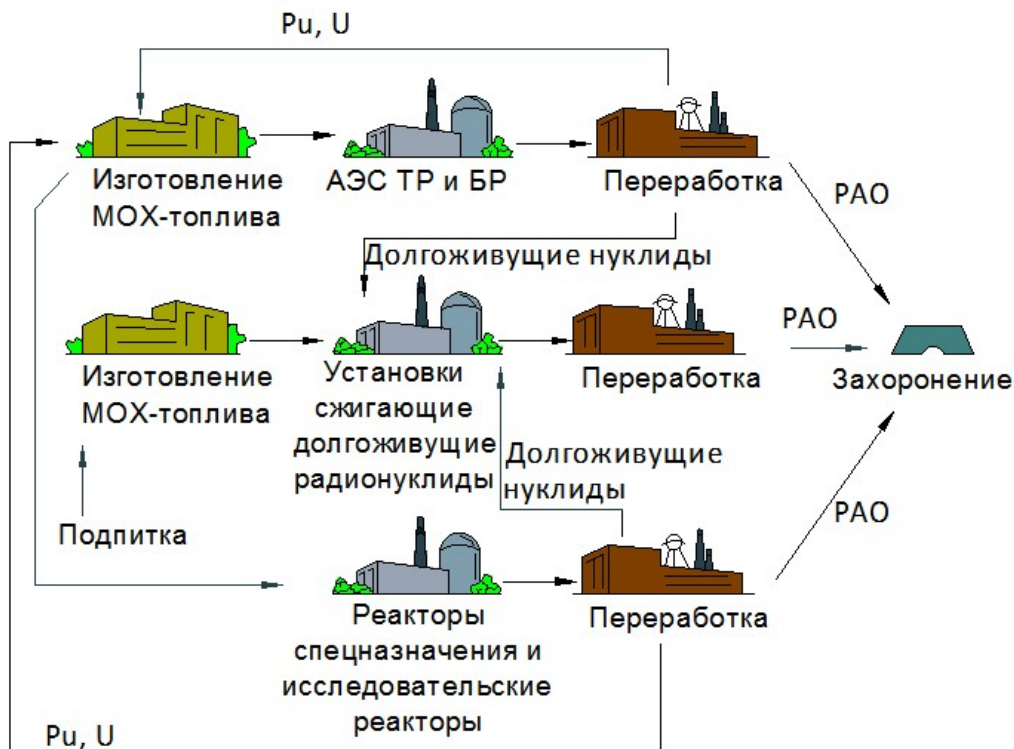


Рис. 5. Замкнутый ЯТЦ в многокомпонентной структуре АЭ (экологически чистая ядерная энергия)

Такая идеальная схема безопасной, экологически чистой ядерной энергетики практически может быть реализована на основе уже существующих физических разработок и технических решений, которые необходимо еще создать.

Комплексное решение всех задач по созданию такой (многофункциональной) многокомпонентной структуры ядерной энергетики требует значительных экономических затрат и единого управления; существует понимание, что в целом такую систему можно построить только в тесном взаимодействии государств, развивающих атомную энергетику.

С технической точки зрения, чтобы в максимальной мере выполнить одно из основных требований – обеспечение режима нераспространения, предлагается уже на первых этапах ускоренного развития АЭ создавать так называемые «Пристанционные ЯТЦ», когда на одной площадке размещается весь комплекс: завод по производству топлива, АЭС, завод по переработке ОЯТ [14].

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ УКРАИНЫ

В проекте обновленной энергетической стратегии Украины на период до 2030 г. принято, что рост производства электроэнергии в год должен составлять примерно 2%, доля выработки

электроэнергии на АЭС сохраняется в пределах 47...49%. В этот период предусматривается сооружение и ввод в эксплуатацию новых ядерных энергоблоков мощностью 2...7 ГВт, типы новых энергоблоков пока не определены, решения будут приниматься позже.

В части изготовления свежего ядерного топлива в «Стратегии» [15] говорится, что «после 2030 г. единственной составляющей ядерного топлива, которая не будет выполняться на территории Украины, это обогащение урана».

В части обращения с ОЯТ сформулировано так: «разработка стратегий и технологий безопасного обращения с продуктами переработки, в том числе ценных продуктов переработки ОЯТ..., безопасного и экономично эффективного обращения с ОЯТ, в том числе после завершения долговременного периода хранения».

На основе данных «Стратегии» представлен прогноз выработки электроэнергии на АЭС (рис. 6) и расход запасов природного урана в случае функционирования реакторов на тепловых нейтронах типа ВВЭР. На рис. 7 показана динамика накопления ОЯТ. Из приведенных данных следует, что при работе АЭС с реакторами на тепловых нейтронах в открытом ЯТЦ разведанных запасов урана в Украине хватит примерно на 80 лет.

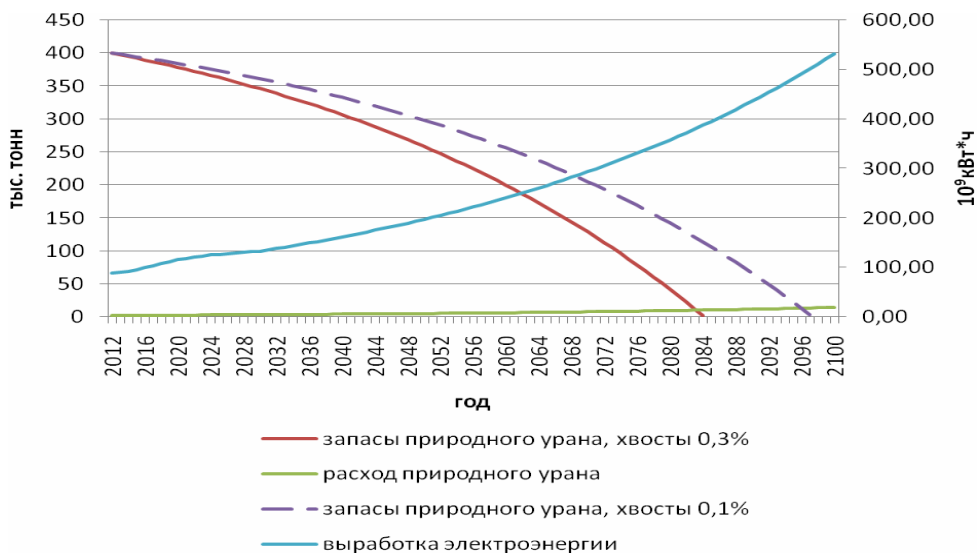


Рис. 6. Изменение со временем запасов и потребления природного урана при прогнозируемом росте годового производства электроэнергии на АЭС

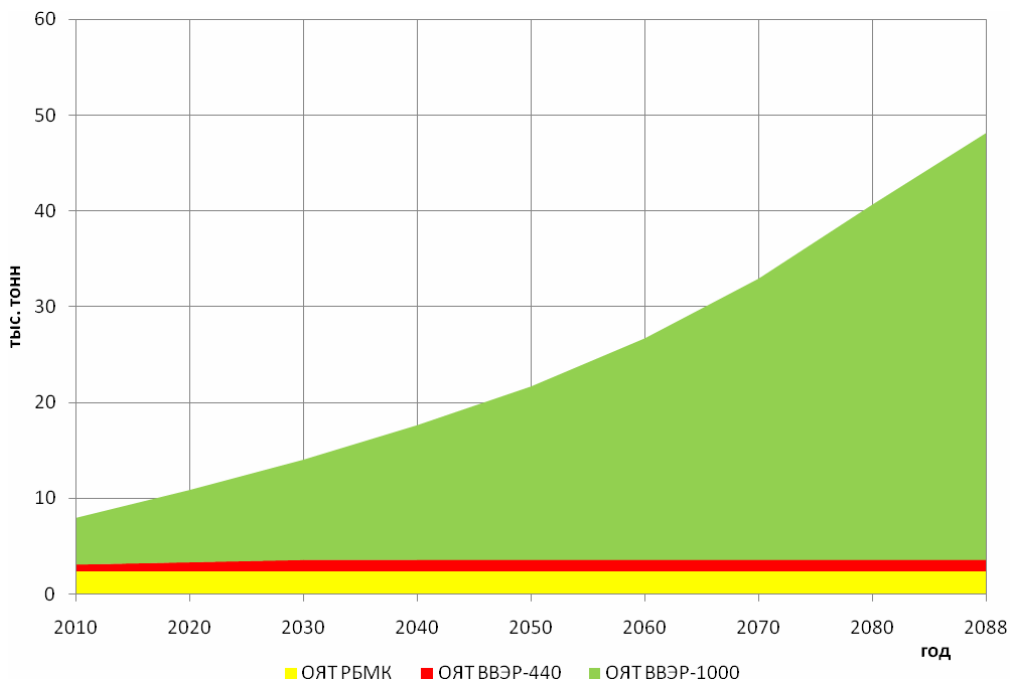


Рис. 7. Динамика накопления ОЯТ

Введение замкнутого ЯТЦ в однокомпонентной структуре АЭ Украины продлевает жизнь тепловых реакторов примерно на 20...30 лет.

Поскольку разработка ЯТЦ в целом с реакторами различных типов очень долговременная задача, то при разработке стратегии развития АЭ необходимо комплексное экономическое обоснование последовательного создания всех этапов ЯТЦ с привязкой к конкретным временным периодам. Иначе может возникнуть ситуация, когда необходимо будет вводить в структуру АЭ новые типы реакторов (в том числе на быстрых нейтронах), а собственного топлива для их запуска не будет, т. е. нужно искать поставщика топлива. Но вполне вероятно, что вследствие истощения природных ресурсов урана, отсутствия достаточных

мощностей в мире по наработке и выделению вторичного ядерного топлива может возникнуть дефицит поставок ядерного топлива со стороны стран, развивающих АЭ (монополистов), в другие страны. Кроме того, на всю ситуацию в целом может влиять политическая обстановка в мире и отношения монополистов с отдельными государствами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Ограниченность сырьевых ресурсов органического топлива обуславливает необходимость каждому государству в отдельности определять базовые макроисточники энергии в соответствии с выработанными требованиями МАГАТЭ.

2. Завершается этап становления ядерной энергетики, на котором практически достигнуты показатели, отвечающие требованиям безопасности и экономичности.

3. Набирает силу второй этап развития ядерной энергетики, на котором должны быть решены задачи эффективного использования ценных продуктов, содержащихся в ОЯТ, с наличием в структуре ядерной энергетики реакторов на тепловых и быстрых нейтронах.

4. Осуществляются физические и технические проработки в обоснование создания экологически чистой ядерной энергетики.

5. Решение всех проблем ядерной энергетики в глобальном плане можно решить только на основе международного глубокого творческого и производственного взаимодействия.

6. Пока отсутствуют международные проекты, отражающие взаимосвязи всех заинтересованных в АЭ государств, идут отдельные анализы и оценки по структуре ядерной энергетики применительно к отдельным государствам и собственным взглядам на развитие.

7. Наиболее последовательно разработки вариантов ЯТЦ осуществляются в РФ. Последнее решение – проект «Прорыв», ЯТЦ с быстрыми реакторами.

8. По всем достигнутым показателям и потенциальным реальным возможностям, в том числе неограниченного воспроизводства топлива, ядерная энергетика может и должна рассматриваться как стабильный базовый, крупномасштабный источник энергообеспечения человечества.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ЯДЕРНОМУ ТОПЛИВНОМУ ЦИКЛУ УКРАИНЫ

Учитывая реальное состояние работ по организации собственного ЯТЦ, отраженных в «Энергетической стратегии Украины на период до 2030 г.», и необходимость реализации потенциала ядерной энергетики для осуществления устойчивого стабильного существования и развития Украины, необходимо своевременно решать следующие конкретные частные и комплексные задачи.

1. Разработка и обоснование концепций ЯТЦ с реакторами различных типов, подлежащих реализации в Украине в среднесрочной и долгосрочной перспективах.

2. Организация производства всех элементов свежего ядерного топлива в Украине. На сегодня нет решений о производстве твэгов, пэлов, ПС СУЗ в Украине. (Предполагается их покупать у ОАО ТВЭЛ неопределенное время).

3. Обоснование возможности сухого хранения ОЯТ реакторов ВВЭР до 100 и более лет, создание хранилищ.

4. Разработка методов кондиционирования ОЯТ для последующего долгосрочного контролируемого хранения.

5. Осуществление геологических изысканий и обоснование мест долговременного контролируемого хранения ОЯТ и ВАО.

6. Разработка нормативной базы использования МОХ-топлива в реакторах ВВЭР.

7. Нахождение форм и разработка нормативно-правовых документов, регулирующих участие Украины в создании и функционировании международных творческих и производственных коллективов по созданию реакторов новых поколений и ЯТЦ.

8. Реализация новых технологий в ядерной энергетике, как правило, – долговременная задача. Следующий наиболее реальный этап ЯТЦ – это создание замкнутого ЯТЦ с реакторами на тепловых нейтронах. Учитывая лидирующую роль РФ по этой проблеме и уже установившиеся взаимосвязи, Украине необходимо участвовать в совместных с РФ разработках быстрых реакторов и в создании производств по изготовлению МОХ-топлива для тепловых и быстрых реакторов. Выжидать, когда в мире будут разработаны и обоснованы новые типы реакторов с соответствующими ЯТЦ, – означает потерю собственных научных кадров, способных воспринять и оценить варианты, предпочтительные для реализации в Украине.

9. Выбор и обоснование площадок для «пристанционных ЯТЦ» (АЭС, переработка ОЯТ, изготовление МОХ-топлива).

10. Решение проблем развития ядерной энергетики требует больших финансовых затрат, поэтому предполагается участие частных инвесторов в этом процессе. Учитывая комплексность задач, требование нераспространения и проблемы экологии, необходимо, чтобы выработка путей развития, контроль и регулирование экономикой АЭ оставались в руках государства.

Частные инвестиции, возможно, привлекать при создании новых объектов ЯТЦ, а не передавать уже существующие в частный сектор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. IEA, 2009. Key World Energy Statistics 2009 // *International Energy Agency, Paris*.

2. Putting nuclear in its place // *Nuclear Engineering International*. 2004, v. 49, N 603, p. 14-15.

3. <http://www.forbes.com/sites/jamesconca/2012/06/10/energys-deathprint-a-price-always-paid/>.

4. Keishiro Ito, Satoshi Konishi. Externalities of Energy and Nuclear Power, et al. // *Atomic Energy Society of Japan*, 2006.

5. Информационный бюллетень. М.: ЦНИИАтоминформ, 1992, №2, с. 22-25.

6. *Uranium 2009. Resources, Production and Demand: A Joint Report by OECD, NEA and the IAEA*. 2010, N6891.

7. И.Д. Соколова, И.В. Блинова. Экологические аспекты производства электроэнергии на электростанциях различного типа // *Атомная техника за рубежом*. 2007, №3, с. 3-15.

8. Л.Ф. Черногор. Энергетика, экология и будущее человечества // *Журнал Университет*. 2011, №3, с. 4.
9. Л.С. Беляев, О.В. Марченко, С.В. Соломин // *Известия Академии наук, энергетика*. 2011, №2, с. 3.
10. Б.А. Габарев, И.Х. Ганев, А.В. Лопаткин, В.Г. Маратов, В.В. Орлов. Влияние глубины выгорания и выдержки облученного ядерного топлива на отношение массы Am, Cm, Np и делящегося плутония // *Атомная энергия*. 2004, т. 96, в. 2, с. 126-132.
11. А.А. Андрианов, В.В. Коробейников, Е.В. Поплавская, Е.Н. Рачкова, Е.В. Федорова. Оптимизационные исследования структуры ядерной энергетики России с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах с использованием пакета MESSAGE // *Известия вузов. Ядерная энергетика*. 2010, в. 2, с. 156-165.
12. А.Ю. Гагаринский, В.В. Игнатъев, И.И. Пономарев-Степной, С.А. Субботин, В.Ф. Цибульский. Роль ядерной энергетики в структуре мирового энергетического производства XXI века // *Атомная энергия*. 2005, т. 99, в. 5, с. 323-336.
13. А.Е. Адамов, А.В. Джалавян и др. Концептуальные положения стратегии развития ядерной энергетики России в перспективе до 2100 г. // *Атомная энергия*. 2012, т. 112, в. 6, с. 319-331.
14. О.В. Казачковский. Проблемы совершенствования реакторов на быстрых нейтронах // *Известия вузов. Ядерная энергетика*. 2008, в. 2, с. 3-9.
15. Оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. від 7 червня 2012 р. <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=222032>.

Статья поступила в редакцию 25.04.2013 г.

МАЙБУТНЄ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ВИЗНАЧАЄ ЗАВДАННЯ ЯДЕРНОГО ПАЛИВНОГО ЦИКЛУ УКРАЇНИ

Б.Є. Патон, І.М. Неклюдов, В.С. Красноруцький

Дано короткий аналіз стану й розвитку атомної енергетики в світі. Результати фізичних і технічних розробок, досягнуті на сьогодні, показують, що в довгостроковій перспективі атомна енергетика як базове макроджерело енергії може забезпечити існування й розвиток людства. Виходячи з вимоги забезпечення стійкого соціально-економічного існування України як держави, визначені основні завдання розвитку ядерного паливного циклу України, які необхідно реалізовувати сьогодні та в середньостроковій перспективі.

THE FUTURE OF NUCLEAR POWER DETERMINES TASKS OF UKRAINE'S NUCLEAR FUEL CYCLE

B.Ye. Paton, I.M. Neklyudov, V.S. Krasnorutsky

This study provides a brief analysis on the status and development of nuclear power in the world. The present results of physical and engineering development demonstrate that in the longer term, nuclear energy as a key macro energy source is able to secure the existence and development of mankind. Based on the demand for sustainable socioeconomic existence of Ukraine as a state, there have been determined major tasks for the development of nuclear fuel cycle of Ukraine that have to be implemented at present and in the medium term.