



УДК 691.33:621.039.1

Нигматуллин В.С. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: nigmatulliniv@mail.ru

Нигматуллин Н.И. – бакалавр

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Взгляд на проблемы и перспективы ядерной энергетики

Аннотация

XX век ознаменовался значительными достижениями в области техники и технологии – от конной и паровой тяги до космических кораблей и кораблей с силовыми ядерными установками. Немаловажную роль в осуществлении технологического прогресса может сыграть ядерная энергетика. Специалисты, в определённой мере, научились использовать колоссальную ядерную энергию на пользу человечеству, однако полностью обуздать эту энергию во внештатных ситуациях пока не удалось («Три-Майл-Айленд», Чернобыль, Маяк, Фукусима-1 и т.д.). Бесконтрольное накопление ядерного оружия и радиоактивных отходов может привести к непредсказуемым последствиям. Возникает вопрос: надо ли развивать ядерную энергетику при нынешнем уровне её безопасности до тех пор, пока не будут найдены способы безопасного захоронения и утилизации радиоактивных веществ?

Ключевые слова: атомные станции, радиоактивные отходы, утилизация, захоронение, перспективы.

Крупные, тяжелые аварии, произошедшие на «Три-Майл-Айленд» (США), предприятии «Маяк» (Челябинская область, Россия), Чернобыльской АЭС (Россия-Украина) и «Фукусима-1» (Япония), показали, что «Мирный атом» не стал таковым в реальности.

Естественно возникает вопрос: является ли объективной необходимостью развитие ядерной энергетики на современном уровне безопасности АЭС или существует альтернатива?

Вопрос сложный, требует серьёзной проработки специалистами: ядерщиками, экологами, экономистами, а также специалистами по геомеханике, геодинамике, геологии, геофизики, гидрогеологии и космосу.

В противном случае, если смотреть на проблему с одной точки зрения, например экономической безопасности, ответ может быть положительным, а если с точки зрения экологической безопасности – отрицательный.

На наш взгляд, на данный момент ядерная энергетика, по всей вероятности, будет развиваться по одному из трёх сценариев:

1. Продолжать развитие в том же направлении, в каком оно идёт сейчас.
2. Запретить (международными соглашениями) строительство новых АЭС и определить сроки окончательного вывода из эксплуатации действующих АЭС.
3. Разрешить, на определённый период, строительство АЭС с подземным расположением реакторов, исключая распространение радиоактивных веществ в геологическую среду и выход их на поверхность земли [1], как при эксплуатации, так и при любой тяжести аварии. При этом основополагающим принципом должно быть решение вопроса безопасного захоронения отходов на длительный (неограниченный) срок.

Аргументом сторонников первой концепции являются неутешительные прогнозы добычи углеводородного топлива и отсутствие альтернативного источника энергообеспечения в необходимых объёмах.

Так, например, запасы углеводородного топлива с каждым годом уменьшаются.

Средние объёмы запасов новых месторождений нефти не превышают 2-3 млн. т, тогда как в 1970 году оно было на порядок больше. На протяжении последних 10-12 лет происходит систематическое отставание прироста разведанных запасов от объёма её добычи [2].

В газовой отрасли с сырьевой базой ситуация несколько лучше.

За период 2000-2006 годов происходил медленный рост добычи газа (не более 2 % в год). В перспективе этот незначительный прирост, по всей вероятности, будет поглощаться расходом органического топлива населением, улучшающим комфортность своей жизни [3].

В будущем, на основных крупных запасах объём добычи будет снижаться. Вводимые новые месторождения характеризуются значительно меньшими объёмами. При этом их разработка будет происходить в сложных условиях (в том числе, на шельфе северных морей и полуострове Ямал).

В настоящее время 70 % электроэнергии вырабатывается за счёт сжигания газа [4]. Темпы спроса на электроэнергию увеличиваются на 2-2,5 % в год, тогда как вводимые мощности составляли не более 1 % от имеющихся.

Ситуация усугубляется ещё тем, что мощности генерирующего оборудования, газо- и нефтеперерабатывающих станций, магистральных трубопроводов имеют значительный износ (до 30-40 %). Последнее приводит к авариям и дополнительным материальным и трудовым затратам.

По разным оценкам специалистов, проблемы с энергоресурсами возникнут через 30-40 лет. К тому времени должны быть введены соответствующие мощности АЭС. Но, по заявлению В.Ф. Цибульского (РНИЦ «Курчатовский институт»): «Атомная энергетика инерционна в своём развитии и в столь короткие сроки не в состоянии кардинально изменить ситуацию». Кроме того, у специалистов и учёных нет ясного представления о достаточности запасов урана для атомных станций, особенно в свете последних заявлений атомных держав: Россия собирается в ближайшее время построить 30 атомных станций, Индия – 40, Китай – 100. В подтверждение вышеизложенного, в России согласно прогнозу (рис.) темпы роста производства электроэнергии всеми электростанциями опережают темпы роста ее производства атомными станциями [5].

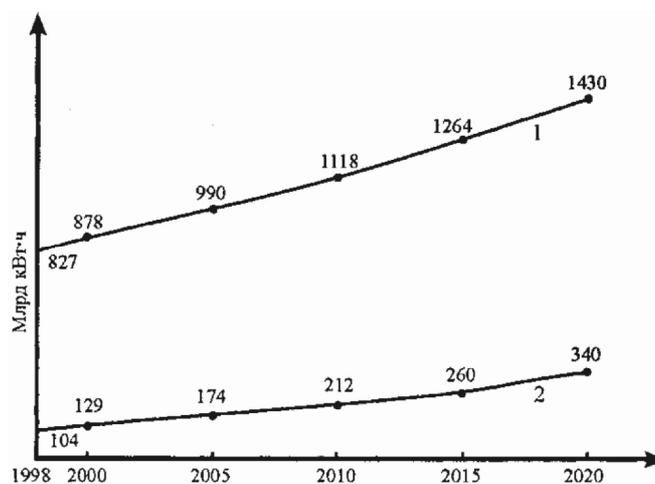


Рис. Прогноз производства электроэнергии в России: 1 – всего; 2 – на АЭС

Одним словом, вопрос замены органических энергоносителей ядерным топливом остаётся открытым.

Наиболее сложной задачей для обеих концепций (развитие и полное закрытие АЭС) остаётся проблема снятия АЭС с эксплуатации и захоронения их отходов.

По состоянию на 2005 год в 17 странах мира выведены или находятся на этапе вывода из эксплуатации (ВЭ) около 100 АС. В России на 10 АС эксплуатируется 30 энергоблоков. В ближайшие 30 лет заканчивается нормативный срок всех АС России. К этому времени будут выведены из эксплуатации также десятки АС в остальных странах, использующих атомную энергию. Так что проблема вывода из эксплуатации АС имеет общемировое значение и требует объединения усилий (вышеуказанных) специалистов [4].

Насколько сложным и трудоемким является этот процесс, можно проследить по реабилитации радиоактивно-загрязнённых объектов и территорий РНИЦ «Курчатовский институт» [6].

За 2002-2006 годы были ликвидированы 10 старых хранилищ отходов, расположенных на спецплощадках института. 2900 м³ извлечённых отходов переданы на полигон специализированного предприятия МосНПО «Радон» для длительного хранения, около 250 т низкоактивных отходов в виде металлического лома отправлено на переплавку на предприятие ЗАО «Экомет-С» в Сосновый Бор.

Из-за сложности технологии утилизации и захоронений за последние полвека на Земле образовались десятки миллиардов Кюри радиоактивных отходов [6], и эта цифра продолжает расти с каждым годом. Если перед Второй мировой войной во всем мире имелось 10-12 т полученного в чистом виде естественного радиоактивного вещества радия, то в настоящее время один средний реактор производит 10 т искусственного радиоактивного вещества. Ежегодно на АЭС образуется большое количество жидких радиоактивных отходов. Большинство из них сливаются в открытые водоемы, превышая нормы разбавления.

Часть твердых РАО выдерживаются в специальных бассейнах с водой в течение трех лет, где их активность снижается в тысячу раз. Затем на радиохимических заводах их разрезают ножницами и растворяют в горячей азотной кислоте. Образуется десятипроцентный раствор жидких высокоактивных отходов. Таких отходов производится порядка 1000 т в год по всей России. Твердые РАО подлежат непосредственному хранению или захоронению.

Известно несколько способов захоронения радиоактивных отходов: захоронение в горных породах, глубокое геологическое, приповерхностное, плавление горных пород, прямое закачивание жидких РАО, удаление в море, удаление под морское дно, удаление в зоны подвижек, захоронение в ледниковые щиты, удаление в космическое пространство.

Ни один из этих способов не обеспечивает экологическую безопасность, экономическую целесообразность, или того и другого вместе взятых.

Земля находится в постоянном движении. При определенных условиях (глубинные землетрясения, смещение литосферных плит, тендерных и периодических колебаний) может расширяться зона радиоактивного заражения со всеми вытекающими деструктивными последствиями.

В ядерных странах имеется полный комплекс технологий, позволяющий эффективно и относительно безопасно перерабатывать радиоактивные отходы, но нигде в мире не выбран метод окончательного захоронения РАО. Технический цикл обращения с РАО не является замкнутым [7].

В России к 2010 году накопилось 1500 площадок временного хранения РАО общей массой 550 млн. т. Серьезная правовая база по хранению РАО отсутствует.

Современная концепция безопасности АЭС базируется на принципе многослойной защиты. В результате АЭС все более усложняется, соответственно возрастает стоимость их сооружения и эксплуатации, а гарантировать 100 % безопасность невозможно [8].

Академик А.Д. Сахаров в 1979 г. (за 7 лет до Чернобыля) писал: «Безопасность ядерной электростанции при существующей схеме получения электроэнергии создать принципиально невозможно, возможность аварии с катастрофическими последствиями есть органический и неустраняемый порок самой этой схемы, и поэтому автор считает, что обеспокоенность населения развитием ядерной энергетики, несмотря на все уверения ученых, вполне обоснована» [9].

Аналогичный взгляд на ядерную энергетику высказал кэн, чл. корр. МАИ, академик В.М. Юровицкий: «Существующая ядерная энергетика – величайшая инженерная ошибка в истории человечества. Так считают сотни миллионов людей во всем мире [9]. На сегодняшний день всеобщее признано (в том числе и МАГАТЭ), что наиболее эффективным и безопасным решением проблемы окончательного захоронения РАО является их захоронение в могильниках на глубине не менее 300-500 м. В глубинных геологических формациях с соблюдением принципа многобарьерной защиты» [9]. Э. Теллер, один из ведущих разработчиков оружия будущего с космическим базированием, заявил, что в ближайшие десятилетия все наземные АЭС могут стать сверхуязвимыми объектами от оружия будущего и требовал только подземного размещения ядерного реактора [10].

Выводы

Несмотря на отдельные преимущества (высочайшая энергоёмкость, превышающая энергоёмкость химического топлива в тысячи раз; отсутствие потребности в атмосферном воздухе), ядерное топливо обладает существенными недостатками:

- потенциальная возможность аварии с самыми катастрофическими последствиями глобального характера;
- выделение опасных отходов, которые сохраняют свои свойства в течение сотен и тысяч лет;
- сложность ликвидации ядерного энергетического объекта;
- является потенциальным источником распространения ядерного оружия;
- незащищённость от терроризма с катастрофическими последствиями.

В сложившейся ситуации в качестве временной альтернативы может служить подземное расположение ядерных реакторов, при этом площадка для захоронения РАО должна быть выбрана (на стадии изыскания) в горном массиве с антифильтрационными свойствами.

На стадии проектирования должны быть разработаны (реально выполняемые) мероприятия, обеспечивающие 100 % гарантию безопасности среды обитания при любой внештатной ситуации.

Список литературы

1. Патент 2408788 (РФ) Способ защиты от ударной воздушной волны и продуктов взрыва/ В.С. Нигматуллин, И.В. Нигматуллин, А.В. Вишнев. – Оpubл. в Б.И. 2011 № 1.
2. Пяткова Н.П., Чельсов М.Е. Надёжность энергоснабжения: тенденции изменения потенциальных возможностей отраслей ТЭК. // Известия Академии наук. Энергетика, 2009, № 5. – С. 8-13.
3. Сендеров С.М., Рябчук В.И., Пяткова. Н.И. Анализ выполнения требований энергетической безопасности при реализации различных направлений развития ТЭК страны до 2020. // Известия Академии наук. Энергетика, 2009, № 5. – С. 17-23.
4. Цибульский В.Ф. (РНИЦ «Курчатовский институт»). Атомная энергетика для России. // Энергия: экономика, техника, экология, 2008, № 7. – С. 2-9.
5. Дубровский В.Б., Лавданский П.А., Енговатов И.А. Строительство атомных электростанций. Учебное издание. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 336 с.
6. Волков В.Г., Зверков Ю.А., Иванов О.П., Музрукова В.Д., Семенов С.Г., Степанов В.Е., Чесноков А.В., Шиша А.Д. Реабилитация радиоактивнозагрязнённых объектов и территорий РНИЦ «Курчатовский институт» // Энергия: экономика, техника, экология, 2008, № 9. – С. 35-41.
7. URL: <http://zab.chita.ru/admin/pictures/424> (дата обращения 15.05.2011).
8. Муратов О.Э., Тихонов М.Н. Antiatom.ru Безопасность и экология. Ноябрь 2007. К вопросу об устойчивости объектов атомной энергетики.
9. Юровицкий В.М. Подземная ядерная энергетика. – Небит-Даг, 2002. // www.yur.ru/technics/AtomStation.htm – С1.
10. Юровицкий В.М. Атомное тепло России. // Современный литературный журнал «Млечный путь», 2002. // www.milkywaycenter.com/works/yurovitsky1.html. – С1.

Nigmatullin V.S. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: nigmatulliniv@mail.ru

Nigmatullin N.I. – bachelor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 42004, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

A look at the problems and prospects of nuclear power

Resume

The end of the XXth and the beginning of the XXIst century were marked by large technogenic and natural cataclysms (Chernobyl, Sajano-Shushinskaja hydroelectric power station, Fukushima-1, etc.).

The constant exhaustion of natural stocks of hydrocarbonic sources puts a topical problem before scientists and experts – to find reliable replacement by long-term prospect to decreasing power resources.

Atomic energy has been offered as the last; available powerful advantages (the highest power consumption exceeding power consumption of chemical fuel in thousand of time, absence of requirement for atmospheric air). But the nuclear fuel possesses essential lacks:

- potential possibility of failures with catastrophic consequences;
- a dangerous nuclear waste;
- complexity of liquidation of nuclear object;
- nuclear energy, as well as a source of distribution of the nuclear weapon;
- availability to terrorism;

E. Teller, one of developers of the nuclear weapon of the future with space basing has declared that the next decades, all land atomic power stations can become supervulnerable objects from the future weapon, and demanded only underground placing of a nuclear reactor.

Not in favor of development of nuclear power the developer and the founder of a hydrogen bomb A.D. Sakharov, and also a number of other outstanding scientists acted.

As an exception, temporarily they supposed nuclear energy use in an underground variant.

Keywords: nuclear stations, radioactive waste, recycling, burial place, prospects.

References

1. Patent 2408788 (RF) method of protection against shock air wave and explosion products / V.S. Nigmatulin, I.V. Nigmatulin, A.V. Vishnev - publ. in BI 2011 № 1.
2. Pyatkova N.P., M.E. Chelsov Security of energy supply: trends in the potential of fuel and energy complex. // Proceedings of the Academy of Sciences. Energy, 2009, № 5. – P. 8-13.
3. Silvestrov L.K. Global reserves of oil and its extraction rates. // Energy: Economics, Technology, Ecology, 2008, № 10. – P. 30-34.
4. Cybulski V.F. Dr. (RRC «Kurchatov Institute»). Atomic Energy of Russia // Energy: Economics, Technology, Ecology, 2008, № 7. – P. 2-9.
5. Dubrovsky V.B. Lavdansky P.A., Engovatov I.A. Construction of nuclear power plants. Textbook. – Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2006. – 336 p.
6. Volkov V.G., Zverkov Y.A., Ivanov O.P., Muzrukova V.D., Semenov S.G., Stepanov V.E., Chesnokov A.V., Shisha A.D. Rehabilitation of the radioactive polluted objects and territories, RRC «Kurchatov Institute» // Energy: Economics, Technology, Ecology, 2008, № 9. – P. 35-41.
7. URL: <http://zab.chita.ru/admin/pictures/424> (reference date: 15.05.2011 date).
8. Muratov O.E., Tikhonov M.N. Antiatom.ru safety and the environment. November 2007. On the stability of nuclear power plants.
9. Yurovitsky V.M. Underground nuclear power Nebit Doug, 2002. // www.yur.ru/technics/AtomStation.htm. – P.1.
10. Yurovitsky V.M. The atomic heat of Russia. // Modern literary magazine «The Milky Way», 2002. // www.milkywaycenter.com/works/yurovitsky1.html. – P.1.