

**В. Воеводин, член-корреспондент НАН Украины, директор Института физики твердого тела, материаловедения и технологий Национального научного центра «Харьковский физико-технический институт»:**

*«Научное сопровождение ядерной энергетики Украины.»*

...Позвольте коротко рассказать о тех работах, которые проводятся в академии по научному сопровождению ядерно-энергетического комплекса Украины.

По данным МАГАТЭ за февраль 2015 г., в 30 странах мира эксплуатируется 194 атомные станции, на которых работает 439 ядерных реакторов общей мощностью 370 049 МВт, что составляет 17 % мирового производства электроэнергии и обеспечивает снижение уровня выбросов CO<sub>2</sub>.

Еще 69 новых АЭС находятся в стадии строительства в 14 странах (Китай, Россия, США, Индия, Южная Корея, ОАЭ, Япония и др.). Украина занимает четвертое место в мире по доле электроэнергии, производимой на АЭС, в общем энергетическом балансе (Франция – 78 %, Бельгия и Словакия – по 54 %, Украина – 47 %, Венгрия – 43 %, Словения – 42 %, Швейцария – 41 %, Швеция – 40 %). В прошлом году в некоторые месяцы до 56 % выработки электроэнергии в Украине пришлось именно на АЭС, т. е. в это тяжелое для страны время атомные блоки реально явились гарантами энергетической безопасности.

Несмотря на трагедии Чернобыля и «Фукусимы 1», реалии экономики и экологии заставили человечество вернуться к приоритетному развитию ядерной энергетики, поскольку еще не изобретено источников производства более дешевой и экологически чистой электроэнергии.

Хочу обратить ваше внимание на отпускные цены в Украине на электроэнергию (данные на 1.04.2014 г. в грн): солнечная – 5,06; малые ГЭС – 2,10; биотопливо – 1,35; ветровая – 1,22; ТЭЦ – 1,09; ТЭС – 0,66; ГЭС – 0,31; АЭС – 0,28. При этом оптовая рыночная цена, по которой государство продает электроэнергию потребителям, составляет 0,75 грн, и эта разница в 40–50 к. в течение последних десятилетий была “спасательным кругом” для отечественной экономики.

Ядерная генерация была и остается единственной отраслью энергетики Украины, которая за годы независимости смогла продолжить поступательное развитие, не уменьшая объемов производства – 15 атомных блоков сегодня вырабатывают 13 835 МВт и обеспечивают половину потребности страны в электроэнергии. И это в то время, когда тепловая энергетика Украины, испытывающая сегодня перебои с поставкой топлива, эксплуатирует на

своих ТЭС и ТЭЦ 104 блока, проработавших более 40 лет. При этом 90 % этих блоков исчерпали “парковый” ресурс в 100 тыс. часов.

Ответственность академии перед украинским обществом в решении проблем современной ядерной энергетики состоит в следующем:

- гарантирование безопасной эксплуатации объектов ядерной энергетики;
- обеспечение продления срока эксплуатации действующих энергоблоков АЭС;
- разработка технологий получения циркония из украинского сырья и создания новых сплавов на его основе;
- переработка и захоронение радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива;
- создание перспективных материалов для повышения эффективности и надежности оборудования ядерной энергетики.

Важнейшим вопросом сегодня является продление срока эксплуатации действующих энергоблоков АЭС. К сожалению, почти все украинские атомные блоки, за исключением трех, построенных в годы независимости, практически исчерпали свой регламентный ресурс, рассчитанный на 30 лет. И здесь возникает практически гамлетовский вопрос: закрывать или продлевать? Дело в том, что продление срока эксплуатации одного действующего энергоблока типа ВВЭР-1000 на 20 лет требует затрат порядка 300–350 млн дол. США, а стоимость строительства нового блока (срок строительства пять-семь лет) составляет 5–7 млрд дол. по российским проектам и около 10 млрд дол. по западным проектам. Причем эти цифры относятся к строительству на действующих площадках, при возведении энергоблоков на новых площадках затраты возрастают в 1,5 раза.

В настоящее время в Украине продлена работа трех энергоблоков. Теперь стоит задача в течение шести лет продлить работу еще девяти блоков ВВЭР-1000. С использованием технологии реконструкции образцов-свидетелей и определения радиационной нагрузки корпуса и внутрикорпусных устройств выполнено обоснование срока безопасной эксплуатации корпусов реакторов шести энергоблоков украинских АЭС. Методами имитационного облучения тяжелыми ионами и математического моделирования выполнен прогноз радиационного поведения материалов в процессе длительной эксплуатации реакторов (30–60 лет).

С моей точки зрения, безопасность эксплуатации объектов ядерной энергетики имеет две основные составляющие: человеческий фактор и радиационное поведение материалов. Человеческий фактор был причиной всех крупных аварий на АЭС, но нашей специализацией являются именно

материалы. Облучение модифицирует структурно-фазовое состояние сталей и сплавов, инициирует целый ряд специфических процессов, приводит к деградации первоначальных физико-механических свойств и размерным изменениям – материал значительно увеличивается в объеме. <...> Однако мы сегодня владеем технологиями и методами борьбы с этими нежелательными явлениями. Важным направлением нашей деятельности является создание новых поколений радиационно-толерантных материалов на основе наноразмерной системы оксидов Y и Zr в матрице аустенитной стали с целью повышения радиационной и коррозионной стабильности.

Очень остро стоит проблема отечественного производства циркония – основного материала оболочек реакторов на тепловых нейтронах (типа ВВЭР). Парадоксальность ситуации заключается в том, что Украина, будучи третьей страной в мире по запасам циркониевых руд и имея ежегодную потребность порядка 300 т циркониевого сплава, практически полностью прекратила финансирование предприятий этого профиля. НАН Украины проявила инициативу и обратилась во властные структуры с просьбой о решении этих проблем государственного значения. Если в ближайшее время ситуация с циркониевым производством не изменится, то мы будем полностью зависимы от других стран по поставкам циркониевых комплекующих для ядерного топлива.

Тем не менее, в академии проводятся исследования и уже есть практические наработки по получению циркониевой губки и Zr-Nb-сплавов из отечественного сырья, созданы защитные барьерные слои для сохранения целостности ТВЭЛов в условиях запроектных аварий.

<...> Научное сопровождение ядерной энергетики Украины осуществляется путем выполнения Государственной программы фундаментальных и прикладных исследований “Научно-техническое сопровождение развития ядерной энергетики и применение радиационных технологий в областях экономики”, целевых комплексных программ научных исследований НАН Украины “Ресурс” и “Проблемы ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, сооружений и машин”.

Большие надежды мы возлагаем на подписанный 10 апреля этого года договор о научно-техническом сотрудничестве НАН Украины с НАЭК “Энергоатом”.

В завершение хочу отметить, что современная ядерная энергетика является реальным источником производства дешевой электрической и тепловой энергии на длительную перспективу с гарантией ядерной, экологической и технической безопасности и в количествах, отвечающих потребностям мирового сообщества.

Дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной физики, физики плазмы и ускорителей, радиационного материаловедения, радиационных технологий и новых ядерно-энергетических источников может стать гарантией экономической, энергетической и экологической безопасности Украины» *(Воеводин В. Научное сопровождение ядерной энергетики Украины (виступ на сесії загальних зборів НАН України 15 квітня 2015 р.) // Вісн. НАН України. – 2015. – № 5. – С. 55–58).*