

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

А.Б. Сарсекеев

КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

В статье представлена структура реакторной экспериментальной базы Республики Казахстан. Показаны состояние и перспективы исследований в атомной отрасли Казахстана в аспекте мировых тенденций развития.

Введение

Почти во всех странах мира создалась ситуация, которую трудно представить благоприятной для развития не только самой атомной энергетики, но и для всей ядерной физики, как фундаментальной основы отрасли. Во второй половине (особенно в конце) прошлого века в области атомной энергетики произошли такие трагические аварии, встревожившие всю планету, что многие люди от эйфории в первой половине века перешли к прямому сомнению в правильности использования атомной энергии даже в мирных целях. Тревожная ситуация с японской АЭС «Фукусима-1», где из-за землетрясения отключилась система охлаждения реакторов, вызвала новую волну радиофобии в ряде стран. Так, свою атомную программу прекратила Швейцария, заморозив планы по замене атомных реакторов. Официально приостановила программу по продлению срока действия АЭС Германия. Аналогично власти королевства Таиланд объявили о замораживании проекта строительства пяти АЭС.

Вероятно, причиной пессимизма некоторой части населения в необходимости развития атомной отрасли, следует считать неосведомленность, отсутствие правдивой информации. Недопонимание преимуществ использования атомной энергии и невозможности развития цивилизации в случае отказа от него. Ведь углеводородный источник энергии кроме своего вредного воздействия на окружающую среду диоксидами, выделяющимися при его использовании, еще и ограничен по запасам. Со временем произойдет истощение этого вида источника энергии, и тогда люди все равно вынуждены будут обратиться к атомному источнику энергии. Закрыть их за счет альтернативной энергетики не удастся. Дело не только в высокой цене альтернативной энергии, проблема в том, что доля выработки по всем альтернативным источникам имеет нестабильный характер, она меняется в зависимости от наличия ресурсов - ветра, солнца, воды. То есть 1000 МВт энергии, вырабатываемые АЭС, не эквиваленты 1000 МВт альтернативных источников.

Многие мировые эксперты заявляют, что отказ от развития АЭС (даже в сложившейся ситуации) возможен лишь на короткий срок. Такие страны как Россия, Южная Корея, Турция, Казахстан, Чили и ЮАР, не поддались радиофобии и заявили, что продолжат программы по строительству АЭС.

В настоящее время в мире эксплуатируется 443 энергетических реактора в 30 странах. Ядерная энергетика обеспечивает приблизительно 16% мировой выработки электроэнергии, двадцать шесть атомных электростанций находятся на стадии строительства при этом большая часть (15) в Азиатском регионе. Наиболее активно строят ядерные реакторы Китай и Индия (7 и 6 реакторов в стадии активного строительства соответственно). Разработана и подготовлена к утверждению программа развития атомной энергетики и в нашей стране [1-5].

Научно-исследовательская база Казахстана

Произошедшие за период существования ядерной энергетики инциденты и аварии на АЭС, в числе которых наиболее тяжелыми по своим последствиям были аварии на атомной станции "Три Майл Айленд" (США), четвертом блоке Чернобыльской АЭС (Украина) и катастрофа в Японии, показали, что дальнейшее развитие атомной энергетики возможно

только при высокой степени безопасности ядерных энергоустановок. Обеспечение безопасности АЭС является комплексной проблемой, включающей в себя вопросы проектирования и реакторного материаловедения, гарантии качества при производстве реакторного оборудования, теоретического и экспериментального изучения штатных и аварийных режимов работы энергетических реакторов и атомных станций в целом и многие другие. В рамках этой проблемы экспериментальное обоснование безопасности АЭС в настоящее время является актуальной задачей, решением которой занимаются ученые и специалисты промышленно развитых стран мира, в том числе США, Россия, Япония и страны Европейского Сообщества.

Казахстан имеет хорошие шансы занять свою нишу в этой наукоемкой отрасли. Научные стенды, которые имеются в Национальном ядерном центре, его реакторные и ускорительные комплексы могут стать прочной базой для сотрудничества с международными научными центрами, а также фундаментом для будущей атомной отрасли нашей страны и в мире в целом.

Таблица 1. Циклотроны и ускорители

Экспериментальные установки	Местонахождение	Пуск, год	Энергия, МэВ
Изохронный циклотрон У-150М	Алматы	в классическом режиме 1965 в изохронном режиме 1972	7-30
Малогобаритный циклотрон	Алматы	1972	1
Электростатический перезарядный ускоритель УКП-2-1	Алматы	1987	2
Ускоритель электронов ЭЛВ-4	Курчатов	2009	1,5(электронов)
Ускоритель тяжелых ионов ДЦ-60	Астана	2006	0,4 – 1,75 (ионов)

Таблица 2. Реакторные установки и стенды

Реакторные установки	Местонахождение	Пуск, год	Плотность потока тепловых нейтронов, н/см ² ·с
Реактор ВВР-К	Алматы	1967	$1,4 \times 10^{14}$
Критический стенд	Алматы	1969	5×10^8
Реактор ИВГ.1М	Семипалатинск	1975	$3,5 \times 10^{14}$
Реактор ИГР	Семипалатинск	1961	7×10^{16}
Стенд "Лиана"	Семипалатинск	1975	-

Циклотроны и ускорители

Изохронный циклотрон У-150М применяется в работах в области ядерной физики, радиационного материаловедения, радиационной стойкости элементов и для производства радиофармпрепаратов.

Малогобаритный циклотрон - используется для исследования различных систем циклотрона - центральной области, сакнитного поля, источника ионов и др.

Электростатический перезарядный ускоритель УКП-2-1. На ускорителе проводятся работы в области низкоэнергетической ядерной физики, физики твердого тела, физики плазмы, экологии и медицины

Ускоритель электронов ЭЛВ-4 используется для решения научных и прикладных задач, в частности, для радиационной сшивки полимеров и стерилизации медицинского оборудования.

Реакторные комплексы

ВВР-К - реактор бассейнового типа на тепловых нейтронах. Теплоноситель, замедлитель и отражатель - обессоленная вода. На базе реактора, помимо фундаментальных ядерно-физических и материаловедческих исследований и внутриреакторных испытаний, проводятся работы по производству медицинских радиоизотопов и гамма-источников, нейтронному лугированию кремния, нейтронно-активационному анализу.

Критический стенд - физический реактор малой мощности на тепловых нейтронах с легководным замедлителем и отражателем (вода либо бериллий). Предназначен для исследования нейтронно-физических характеристик активных зон водо-водяных реакторов класса ВВР и элементов активных зон других реакторов, экспериментов в обоснование безопасности реакторных установок, а также формирования условий испытаний петлевых каналов и различных внутриреакторных устройств.

Исследовательский реактор ИВГ.1М - является модернизацией реактора ИВГ.1, использовавшегося для испытаний тепловыделяющих сборок (ТВС) и активных зон высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов, в том числе реакторов ядерных ракетных двигателей (ЯРД) и ядерных энергодвигательных установок (ЯЭДУ)

Исследовательский реактор ИГР - импульсный реактор на тепловых нейтронах с гомогенной уран-графитовой активной зоной теплоемкостного типа. Среди импульсных реакторов ИГР обладает самым высоким флюенсом тепловых нейтронов и интегральной дозой гамма-излучения в экспериментальной полости, имеющей диаметр 228 мм и высоту 3825 мм

Стенд "Лиана" - предназначен для исследования высокотемпературных процессов массопереноса изотопов водорода в конструкционных материалах в процессе облучения на реакторе ИВГ.1М.

Ускоритель тяжелых ионов ДЦ-60 - состоит из инжектора-имплантатора тяжелых ионов на базе ЭЦР-источника, системы аксиальной инжекции пучка, изохронного циклотрона, системы вывода, разводки и трех каналов транспортировки ускоренных ионов, канала транспортировки ионов низкой энергии (пучки ЭЦР-источника), облучательных устройств, научного и технологического оборудования. Ускоритель служит для проведения фундаментальных и прикладных физических исследований, а также технологических работ в области ядерной науки и техники.

Экспериментальная база Национального ядерного центра имеет интересную историю, реакторные комплексы находятся в хорошем состоянии. Разработано технико-экономическое обоснование по их модернизации, обновлению, как систем управления, так и научной инфраструктуры.

Новые методы получения экспериментальных данных

Детали и узлы активной зоны атомных реакторов работают в сложных условиях одновременного воздействия температуры, напряжения, потока частиц с большой энергией. Обмен энергией с кристаллической решеткой металлов и сплавов приводит к значительным изменениям на микроскопическом уровне. Естественно, что такие изменения на микро уровне приводят к изменениям и на макро уровне. Облучение приводит к изменению всех свойств металлических материалов. С радиационным воздействием связан ряд эффектов, таких как реакторная ползучесть, распухание, радиационное охрупчивание и радиационный рост [6].

Среди используемых методов изучения влияния радиации на механические свойства кристаллического твердого тела можно выделить три основных. Это: прямые экспериментальные исследования непосредственно в каналах реакторов, имитирующие эксперименты с использованием ускорителей заряженных частиц и методы математического моделирования. Основной задачей при изучении радиационной ползучести металлических материалов является определение закономерностей их деформационного поведения в широком интервале температур, напряжений, плотностей нейтронного потока и интегральных доз облучения.

Многолетний опыт исследований показал, что наиболее информативными и достоверными являются экспериментальные данные, получаемые при внутрореакторных испытаниях. Но проведение таких исследований связано с значительными затратами времени, дорогостоящих материалов и финансов. Кроме того, для достижения больших доз облучения требуется проведения испытаний на протяжении нескольких месяцев или лет. Это технически выполнить чрезвычайно трудно. Результаты, получаемые при изучении металлических образцов с помощью имитационных экспериментов на ускорителях или других устройствах с источниками заряженных частиц, не всегда бывает возможным перенести на реальные условия работы реакторных материалов.

К настоящему времени намечилось еще одно, достаточно перспективное, направление исследований. Это изучение указанных явлений на конструкционных материалах реакторов, которые выработали свой ресурс или близки к этому. Эти исследования приобретают особую актуальность в плане последующего длительного хранения твэлов и ТВС. Остановка и демонтаж реактора БН-350 позволило использовать накопленный опыт персонала и его оборудование в исследовательских целях.

Один из таких подходов был осуществлен в Институте ядерной физики Национального ядерного центра Республики Казахстан [7]. При этом были проведены прямые измерения с целью определения изменения геометрических размеров фрагментов чехла тепловыделяющей сборки (ТВС) реактора на быстрых нейтронах БН-350. Что позволило сделать более достоверную оценку сроков эксплуатации тепловыделяющих сборок.

Выводы

Наш научно-технический человеческий потенциал в настоящее время способен решить самые серьезные вопросы в области ядерной физики и прикладных исследований. В научных учреждениях Национального ядерного центра Казахстана действуют четыре исследовательских атомных реактора и много других ядерных установок. Эта та ниша, где мы можем на равных сотрудничать, с наиболее развитыми странами и даже имеем преимущество. Научно-техническая отрасль, которая может стать локомотивом научного и промышленного развития Казахстана. Однако с остановкой реактора БН-350 в стране не стало энергетического объекта, вырабатывающего атомную энергию для хозяйственных нужд страны, Постепенно уменьшаются подготовленные научно-технические кадры, не только за счет естественного убытия, но также из-за малого пополнения молодыми кадрами. В ближайшем будущем мы можем потерять этот потенциал, и будет проблематично снова

создавать такое мозговое богатство. Остается надеяться, что в ближайшем будущем удастся решить эту задачу, которая считается одной из приоритетных. Важно не только сохранить, но и развивать тот задел, который мы имеем сейчас.

Литература:

1. Ядерная и радиационная физика // Материалы международной конференции, посвященной 40-летию ИЯФ НЯЦ РК, г. Алматы, 8-11 октября 1997 г. - Алматы: «PRINT-S». 1997. - 274 с.

2. Научно-публицистический журнал «Человек. Энергия. Атом», №2(4) 2009.

3. Вестник НЯЦ РК «АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС» выпуск 1, январь 2000.

4. Радиационная физика твердого тела и проблемы материаловедения // Материалы 4-ой Международной конференции «Ядерная и радиационная физика», Алматы, 2003, 15-17 сентября, том II — Алматы, 2004. – 523с

5. Чумаков Е.В. Реакторная и термическая ползучесть металлов и сплавов. Теория и эксперимент // Материалы 3-й международной конференции «Ядерная и радиационная физика», 4-7 июня 2001 г., Алматы, Казахстан, Том II – Радиационная физика. – С.510-522.

6. Кадыржанов К.К., Романенко О.Г., Туркебаев Т.Э., Максимкин О.П., Кислицин С.Б., Чумаков Е.В. Структура и механические свойства нержавеющей стали 08X16H11M3 облученной в быстром реакторе БН-350 // Труды 5-й Международной конференции «Взаимодействие излучения с твердым телом. Минск, Белорусский Государственный Университет, 2003. - С.157-159.

7. Сайт РГП НЯЦ РК <http://www.nnc.kz/ru.html>

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АТОМ САЛАСЫНЫҢ БҮГІНГІ ХАЛ-АХУАЛЫНА САРАПТАМА

А.Б. Сарсекеев

Аталмыш мақалада Қазақстан Республикасының эксперименттік реакторлық базасының құрылымы ұсынылған. Сондай-ақ, еліміздегі атом өнеркәсібі саласын зерттеудің маңыздылығы мен әлемдік даму үрдісіндегі бүгінгі жәй-күйі көрсетілген.

THE ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE NUCLEAR INDUSTRY IN KAZAKHSTAN

A.B. Sarsekeyev

The article presents the structure of the reactor experimental facilities of the Republic of Kazakhstan. And it also shows the status and prospects of research in the nuclear industry in Kazakhstan in the aspect of world development trends.