

Роль Юрия Алексеевича Трутнева в развитии ториевой энергетики

В. Е. МАРШАЛКИН

Моя первая встреча с Юрием Алексеевичем Трутневым состоялась осенью 1969 г. в Москве. Это было традиционное собеседование руководителя с желающим поступить во ВНИИЭФ, организованное В. П. Зоммером, предварительно пригласившим меня на работу. Юрий Алексеевич попросил меня рассказать о себе. Мое сообщение было кратким: «Школу окончил с серебряной медалью, Томский государственный университет без троек. Был направлен на работу в Институт ядерной физики при Томском политехническом институте. После года работы младшим научным сотрудником поступил в аспирантуру Томского политехнического института, которую окончил с защитой кандидатской диссертации. В соответствии с решением ректора по укреплению кафедр института молодыми кандидатами наук был направлен на специальную кафедру ассистентом, затем старшим преподавателем и исполняющим обязанности доцента. После обязательной отработки в течение трех лет мне очень хотелось вернуться к научной работе». Юрий Алексеевич прервал мой рассказ: «Во ВНИИЭФ вам будет интересно работать, а пока поддерживайте связь с В. П. Зоммером».

В июне 1970 г. я прибыл в Арзамас-16 и был направлен на работу в первый сектор. На первой встрече во ВНИИЭФ Юрий Алексеевич кратко ознакомил с тематикой института и сказал, что моей задачей вместе с В. П. Зоммером и А. С. Тяпиным будет углубленное освоение ядерной физики и взаимодействия нейтронов с атомными ядрами, выполнение оценок результатов этого взаимодействия по просьбам сотрудников сектора. Работа оказалась действительно интересной, и я не заметил, как пролетели 50 лет.

Особенно тесное мое взаимодействие с Юрием Алексеевичем началось с середины 1980-х гг., когда руководство Минатома и ВНИИЭФ стало ориентировать сотрудников на работы по открытой тематике. К тому времени я оказался сравнительно неплохо подготовлен по проблемам ядерной энергетики (ЯЭ), в частности, по проблемам радиоактивных отходов. Сравнительно быстро пришло понимание, что лучший способ решения этих проблем заключается в том, что-

бы сократить их наработку путем перехода на торий-урановый топливный цикл. Юрий Алексеевич решительно одобрил это направление работ и, несмотря на большую загруженность, активно включился в его проработку.

Мы сравнительно быстро осознали, что наряду с несомненными успехами, работающая ЯЭ встретила и с тяжелыми проблемами, сдерживающими ее дальнейшее развитие. В современных тепловых реакторах реакцией деления, определяющей энерговыделение, сжигается ~0,5 % добываемого урана, что ограничивает топливный ресурс ЯЭ. При этом ~10 % добываемого урана переводится в облученное ядерное топливо, являющееся высокоактивным материалом, которое накапливается и осложняет экологическую обстановку. Высокий запас реактивности современных тепловых реакторов делает их ядерно-опасными системами. Высокая (~1 % выгружаемого топлива) наработка плутония создает предпосылку распространения расщепляющегося материала для несанкционированного изготовления ядерных взрывных устройств. Нерешенность этих и других проблем современной ЯЭ привели к ее стагнации, а их решение может позволить следующее:

- повысить примерно на 2 порядка топливный ресурс;
- качественно упростить обращение с радиоактивными отходами;
- понизить ядерную опасность реактора;
- создать технологический барьер на пути распространения расщепляющихся материалов и ядерных технологий.

Можно ожидать, что реализация этих резервов и приведет к ренессансу ЯЭ.

Все эти и другие проблемы являются следствием использования уран-плутониевого топливного цикла и естественным образом решаются в рамках замкнутого торий-уранового топливного цикла. Его замыкание обеспечивается тем, что поглощение нейтрона любой энергии основным делящимся изотопом ^{233}U сопровождается рождением более 2-х нейтронов, что является достаточным для воспроизводства разделившегося ядра и поддержания цепной реакции деления. Вдохновляющим аргументом целе-

сообразности исследований в этом направлении являются создание, работа и результаты переработки отработавшего оксидного торий-уранового топлива водо-водяного реактора бридера (LWBR) в Шиппигпорте. Экспериментально показаны возможности:

- достижения расширенного воспроизводства ($k_B 1,013$) ^{233}U в ^{232}Th , ^{233}U в оксидном топливе;
- использования обычной воды в качестве теплоносителя;
- радиохимической переработки облученного топлива с выделением урана, содержащего радиологически опасный изотоп ^{232}U .

Это является экспериментальным доказательством возможности обеспечения расширенного воспроизводства ^{233}U в ^{232}Th , ^{233}U оксидном топливе в реакторах типа ВВЭР, практической реализации технологий замкнутого торий-уранового топливного цикла. Вместе с этим этот пример является иллюстрацией экономической эффективности торий-уранового топливного цикла на фоне уже понесенных громадных (порядка 100 миллиардов долларов) затрат мировым сообществом только на отработку быстрых реакторов с жидко металлическим теплоносителем с последующим замыканием уран-плутониевого топливного цикла.

В ноябре 1992 г. в Москве Международным соглашением был учрежден Международный научно-технический центр (МНТЦ). Одной из главных целей МНТЦ было вовлечение оружейных специалистов в работы по мирной тематике. Юрий Алексеевич вошел в Научно-консультативный комитет, занимающийся анализом проектов и их представлением Совету управляющих для принятия решения об их финансировании. Благодаря усилиям Юрия Алексеевича многие специалисты ВНИИЭФ получили финансовую поддержку в трудные 1990 и 2000-е гг.

По предложению Юрия Алексеевича я был включен в состав делегации Минатома России для участия в российско-американской рабочей встрече, которая состоялась в Альбукерке и Лос-Аламосе 14–18 июня 1993 г. Одной из целей встречи было обсуждение будущих проектов для МНТЦ. Наше с Юрием Алексеевичем предложение развития работ по торий-урановому топливному циклу было одобрено и предложено подготовить проект для МНТЦ. К этому времени мы были знакомы с рядом специалистов из институтов Минатома в той или иной степени разделяющих наши представления. Юрий Алексеевич провел переговоры с руководителями ГНЦРФ ФЭИ, ГНЦ РФ ВНИИНМ, ОКБМ, ВНИПИЭТ и

получил согласие на участие в проекте нужных нам специалистов. Общими усилиями специалистов пяти институтов Минатома был подготовлен проект «Концептуальное исследование использования высокообогащенных (оружейных) урана, плутония и энергетического плутония при переводе реакторов на тепловых нейтронах на торий-урановый топливный цикл». Юрий Алексеевич стал научным руководителем, а я менеджером проекта. В 1995 г. проект был принят в МНТЦ, где получил № 723.

В 1996 г. в Москве состоялась Международная конференция «Продвинутые ядерные системы, содержащие излишки плутония», на которой Юрий Алексеевич и я выступили с докладами, а по окончании работы конференции вручили наш проект одному из ее руководителей профессору R. Merz (Julich, Germany) с просьбой о поддержке. В 1997 г. Европейское сообщество в рамках МНТЦ выделило грант развития (30 тысяч долларов США) для нахождения и объединения иностранных коллабораторов и партнеров для поддержки технических и коммерческих аспектов исследований по проекту № 723. Цели, поставленные грантом развития, успешно выполнены в период с октября 1998 г. по май 1999 г. Участниками проекта сделано более десятка докладов на Международных семинарах, рабочих встречах по широкому кругу проблем торий-уранового топливного цикла и перехода к нему. Под руководством и личном участии Юрия Алексеевича наша делегация в составе Ю. А. Трутнева и В. Е. Маршалкина (ВНИИЭФ), М. Ф. Троянова (ФЭИ), А. Ю. Вахрушина (ВНИИНМ) совершила командировки в Германию, в Карлсруе, в Институт трансураниевых элементов (январь 1999 г.), в США, в Лос-Аламос, в Лос-Аламосскую национальную лабораторию (февраль 1999 г.). На обеих встречах мы представили основное содержание нашего проекта по:

- рациональному использованию излишков оружейных урана, плутония и реакторного плутония путем их конверсии в ^{233}U ;
- замыканию торий-уранового топливного цикла;
- прекращению дальнейшей наработки плутония;
- качественному увеличению топливного ресурса тепловых реакторов;
- упрощению обращения с радиоактивными отходами;
- технологическому барьеру на пути распространения расщепляющихся материалов и ядерных технологий;



С директором индийского атомного центра Б. Бхаттачарджи

– преимущества достижений и опыта эксплуатации тепловых реакторов и их эволюционному развитию.

Имели место открытые предметные обсуждения. В целом следует отметить заинтересованный и доброжелательный характер высказываний на обеих рабочих встречах. Мы получили ряд замечаний и согласие ведущих американских и немецких специалистов быть иностранными коллабораторами нашего проекта МНТЦ № 723-2. Под руководством Юрия Алексеевича и при участии всей нашей команды во ВНИИЭФ был подготовлен и проведен в июне 1998 г. Международный семинар МНТЦ «Новые подходы к ядерным топливным циклам и схемам захоронения отходов». Подготовлены и выпущены тезисы и труды семинара. Участниками проекта были сделаны доклады, проведены полезные обсуждения с российскими и зарубежными специалистами.

Нам было известно, что в Индии существует Национальная программа по развитию ториевой энергетики. По инициативе Юрия Алексеевича и по приглашению директора Атомного исследовательского центра Бхаба в апреле 1998 г. в Бомбее прошла рабочая встреча с индийскими специалистами по широкому кругу вопросов, в том числе по ториевой энергетике.

В ноябре 1998 г. в ГНЦ РФ ФЭИ состоялся семинар «Уран-ториевый топливный цикл» с участием индийских специалистов. Юрий Алексеевич и руководитель индийской делегации

А. Какодкар подписали меморандум о сотрудничестве по вопросам торий-уранового топливного цикла. Однако в связи с полным отсутствием финансовой поддержки с обеих сторон сотрудничество не состоялось.

Вся эта и другая деятельность академика Юрия Алексеевича Трутнева по ториевой энергетике несомненно способствовала тому, что в январе 1999 г. министр Е. О. Адамов своим приказом учредил Координационный совет по ториевому топливному циклу. Головной организацией был назначен ГНЦ РФ ФЭИ. В рамках Совета была разработана обширная программа работ, но, к сожалению, ее реализация не получила требуемого финансирования, и после нескольких заседаний Совет прекратил свою работу.

Во второй половине 1999 г. проект № 723-2 был полностью подготовлен и передан в МНТЦ. В марте 2000 г. проект был одобрен Советом управляющих МНТЦ, но без оказания финансовой поддержки. Это было тяжелым ударом для всей нашей команды в трудные годы начала XXI столетия. Внятных причин отказа финансирования Советом управляющих мы, включая Юрия Алексеевича, не получили. После этого отказа все участники проекта вернулись к своим постоянным служебным обязанностям.

Я, как и академик Юрий Алексеевич Трутнев, убежден в том, что большая ядерная энергетика может реализоваться только в замкнутом торий-уран-плутониевом топливном цикле. Я глубоко благодарен Юрию Алексеевичу за приглашение на работу во ВНИИЭФ и тесное сотрудничество на тернистом пути становления ториевой энергетики.

МАРШАЛКИН Василий Ермолаевич –

ведущий научный сотрудник ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, кандидат физ.-мат. наук, лауреат Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие топливно-энергетической и добывающей отраслей промышленности, 2018 г.