

по всем трем заявкам. Чтобы понять причины, по которым было изменено решение, принятое по нашим заявкам в 1941 г., следует принять во внимание ряд замечаний относительно характера основных отрицательных отзывов на наши заявки. В заключении Научно-исследовательского химического института НКО СССР высказывалось большое сомнение относительно возможности вообще осуществления ядерного взрыва, а заключение главного рецензента председателя комиссии по проблеме урана академика В.Г. Хлопина содержало ряд возражений общего характера, которые представлялись неубедительными [3, с. 187]. Но после взрыва американской атомной бомбы в 1946 г. эти сомнения уже были развеяны, и отдел изобретательства, вспомнив о наших заявках, принял по ним положительное решение.

Следует подчеркнуть, что нашей главной целью было не получение авторских свидетельств, которые, кстати, тогда не играли большой роли, а обоснование необходимости начать работы, представлявшиеся жизненно важными для страны. Поэтому в начале 1941 г. мы решили обратиться к Народному комиссару обороны маршалу С.К. Тимошенко, и В.А. Маслов на его имя направил письмо с предложением о необходимости организации работ по использованию атомной энергии в военных целях [1, с. 224, 225]; в нем, в частности, говорилось: "...представляется крайне необходимым как можно быстрее создание в одном из специализированных институтов лаборатории специально для урановых работ, что дало бы нам возможность проводить работу в постоянном контакте с наиболее квалифицированными техниками, химиками, физиками и военными специалистами нашей страны". Однако никаких правительственных решений по этой проблеме принято не было. В ответном письме на мои замечания Г.А. Гончаров и Л.Д. Рябев поясняют, что предложенный В.А. Масловым и мною принцип для создания ядерного взрыва, состоящий в размещении массы урана в камерах-секциях, разделенных друг от друга непроницаемыми для нейтронов перегородками, которые удаляются обычным химическим взрывом, не работоспособен, "...так как не существует веществ, с помощью которых можно бы было создать полностью непроницаемые для нейтронов и достаточно компактные перегородки...". Таких веществ действительно нет. Но необходимости в полностью непроницаемых для нейтронов перегородках нет, и следует признать, что в заявке допущена некорректная формулировка. Вопрос о том, можно ли создать достаточное поглощение нейтронов в перегородках, зависит от величины объема, занимаемого конструкцией перегородок. Этот объем тогда не мог быть указан, так как он зависит от величины критической массы, которая тогда не была известна. Поэтому судить о правильности предложенного нами принципа можно было бы после проведения соответствующих экспериментов.

Все изложенное выше позволяет заключить, что начать работы по выяснению возможности использовать энергию урана в военных целях в СССР можно было еще до Великой Отечественной войны и независимо от соответствующих работ за рубежом, если бы наши предложения были приняты в свое время, т.е. за 2 года до принятия решения ГКО об организации работ по урану.

Список литературы

1. Гончаров Г. А., Рябев Л. Д. "О создании первой отечественной атомной бомбы" *УФН* 171 79 (2001)
2. Зельдович Я. Б., Харитон Ю. Б. "Кинетика распада урана" *ЖТФ* 10 (5) 477 (1940)
3. *Атомный проект СССР: Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (Отв. ред. Л. Д. Рябев, отв. сост. Л. И. Кудинова) (М.: Наука, Физматлит, 1998)

В.С. Шпинель

О замечаниях В.С. Шпинеля к статье "О создании первой отечественной атомной бомбы"

Авторы статьи "О создании первой отечественной атомной бомбы" [1] сознательно ограничили содержание статьи в соответствии с ее темой, сформулированной в аннотации: на основе данных документальных источников, охватывающих период 1939–1949 гг., рассмотреть истоки и становление физических идей, положенных в основу конструкции первой отечественной атомной бомбы, важнейшие события и факты, связанные с ее созданием. При этом в рамках статьи, уже близкой по объему к предельной для публикаций в журнале *Успехи физических наук*, история работ по получению активных делящихся материалов, особенно работ по выделению урана-235, который не был использован в конструкции первой отечественной атомной бомбы, не могла быть детально освещена и во многом осталась за пределами круга рассмотренных вопросов.

Поэтому, комментируя непосредственно относящуюся к тематике статьи [1] заявку на изобретение В.А. Маслова и В.С. Шпинеля "Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества" от 17 октября 1940 г. [2, с. 193–196], которая была подана в Бюро изобретений Народного комиссариата обороны СССР, авторы [1] и не упомянули о заявке на изобретение Ф.Ф. Ланге, В.А. Маслова и В.С. Шпинеля "Способ приготовления урановой смеси, обогащенной ураном с массовым числом 235. Многокамерная центрифуга" [2, с. 196–198], также принятой в конце 1940 г. указанным Бюро изобретений в дополнение к первой заявке.

Однако в статье [1] говорится о проблеме разделения изотопов урана, необходимость решения которой связывалась рядом советских ученых перед Великой Отечественной войной уже с самой возможностью осуществления ядерной цепной реакции. В статье цитируется фрагмент записи в дневнике В.И. Вернадского от 1 июня 1941 г.: "*Сейчас поставлена проблема урана как источника энергии — реальной, технической, которая может перевернуть всю техническую мощь человечества... Но у нас идут споры — физики направляют внимание на теорию ядра, а не на ту прямую задачу, которая стоит перед физико-химиками и геохимиками, — выделение изотопа-235 из урана. Здесь нужно идти теорией, немедленно проверяя*

Г.А. Гончаров. Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, 607190 г. Саров, Нижегородская обл., просп. Мира 37 Тел. (831) 30-457-78. Факс (831) 30-427-29. E-mail: gagonch@vniief.ru
Л.Д. Рябев. Министерство РФ по атомной энергии 101000 Москва, Б. Ордынка 24/26, Российская Федерация Тел. (095) 239-21-90. Факс (095) 953-46-79

Статья поступила 28 ноября 2001 г.

опытом...". Приводя эту цитату, авторы статьи [1] выражали солидарность с мнением В.И. Вернадского о важности решения проблемы разделения изотопов урана — прямой задачи на пути к решению проблемы освобождения атомной энергии.

Хотя, не ставя перед собой задачу изложения истории работ по проблеме разделения изотопов урана, авторы [1] и не коснулись в статье заявки "Способ приготовления урановой смеси, обогащенной ураном с массовым числом 235. Многокамерная центрифуга", у них не было и нет никаких сомнений в том, что творческая инициатива Ф.Ф. Ланге, В.А. Маслова и В.С. Шпинеля, стоявших у истоков поиска путей реализации центрифужного метода разделения изотопов, оказавшегося, как показало будущее, в высшей степени перспективным и эффективным методом разделения изотопов, вне всякого сомнения заслуживает самой высокой оценки.

По существу замечаний В.С. Шпинеля авторы [1] считают необходимым отметить также следующее.

В.С. Шпинель пишет, что в то время, когда им и В.А. Масловым была подана заявка на изобретение "Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества" (октябрь 1940 г.) [2, с. 193–196] "...у большинства советских физиков существовало скептическое отношение к возможности решения этой проблемы (разделения изотопов урана в требуемых больших количествах — Авт.)". "Зачем было придумывать конструкции (атомных бомб — Авт.), и даже предлагать их в качестве изобретения, если они не имеют практического смысла?" (из-за того, что "решение проблемы ядерного взрывчатого вещества считалось невозможным"). "Однако предлагавшиеся нами заявки подавались и рассматривались, как принято сейчас говорить, в пакете. Они существенно изменили ситуацию и открыли путь для опытной проверки возможности создания атомной бомбы той или иной конструкции. В этом суть вопроса".

Но опубликованные в [2] архивные документы свидетельствуют о том, что принципиальная возможность обогащения урана изотопом урана-235 и до подачи Ф.Ф. Ланге, В.А. Масловым и В.С. Шпинелем заявки на изобретение "Способ приготовления урановой смеси, обогащенной ураном с массовым числом 235. Многокамерная центрифуга" сомнению в СССР не подвергалась. Во время обсуждения на сессии отделения Физико-математических наук АН СССР 26 февраля 1940 г. доклада И.В. Курчатова "О проблеме урана" Я.И. Френкель обратил внимание на возможную перспективность диффузионного метода для выделения урана-235 в больших количествах [2, с. 101, 102]. Были известны и другие способы разделения урана, и Академией наук СССР в 1940 г. выработывались решения по организации разработки некоторых из них. Президиум АН СССР 13 сентября 1940 г., т.е. еще до подачи Ф.Ф. Ланге, В.А. Масловым и В.С. Шпинелем заявки, принял постановление "Об основных задачах Академии наук СССР на 1941 г.", в котором в разделе "Проблема урана" говорилось: "В плане работ физических и химических институтов Академии наук СССР на 1941 г. должны быть поставлены в широком масштабе работы по выяснению возможностей и условий распада урана и, в частности, по выделению изотопов урана в целях изучения путей и средств использования внутриатомной энергии, освобождающейся при распаде ядра урана" [2, с. 143, 144]. Комиссия по проблеме урана при Президиуме АН СССР одобрила 28 сентября 1940 г. план

работ организаций АН СССР и других ведомств на 1941 г., который предусматривал разработку методов разделения изотопов урана, в частности разработку метода термодиффузии [2, с. 165, 166, 188–192].

Но задача получения в больших количествах урана со значительным обогащением ураном-235 представлялась очень сложной. В объяснительной записке Комиссии по проблеме урана к упомянутому выше плану работ В.Г. Хлопин и Л.В. Комлев писали: "Однако, расчет показывает, что в смеси обычного урана с водой цепная реакция маловероятна, так как большая часть нейтронов бесполезно поглощается изотопом 238 и атомами водорода (гетерогенная система тогда не рассматривалась — Авт.)... Более осуществимым кажется развитие цепной реакции в смеси обычного урана с тяжелым водородом или тяжелой водой, так как в этом случае отсутствует вредное действие захвата нейтронов водородом... В случае же невозможности развития цепи в смеси обычного урана и тяжелого водорода или тяжелой воды, остается использовать очень трудный путь получения урана, обогащенного изотопом 235. Для осуществления этого пути необходимо широко разрабатывать методы разделения изотопов, и используя (так в документе — Ред.) как уже известные методы, так и новые идеи и предложения. В случае получения урана, достаточно обогащенного изотопом 235, развитие цепи кажется вполне возможным, однако необходимость получения очень больших количеств изотопа 235, порядка многих килограммов, требует очень большой исследовательской работы, так как до настоящего времени удавалось получить изотоп 235 лишь в количестве нескольких микрограммов" [2, с. 186, 187].

В этой связи предложения Ф.Ф. Ланге, В.А. Маслова и В.А. Шпинеля в заявке на изобретение "Способ приготовления урановой смеси, обогащенной ураном с массовым числом 235. Многокамерная центрифуга" и предложения Ф.Ф. Ланге и В.А. Маслова в поданной ими в начале 1941 г. заявке "Термоциркулярная центрифуга" [2, с. 213–216], безусловно, были очень важны, так как объективно указывали на новые возможности эффективного решения проблемы масштабной наработки урана, обогащенного ураном-235. Однако эти предложения не были восприняты в 1941 г. как готовое эффективное решение проблемы разделения изотопов урана, хотя и отмечалась их оригинальность, а также возможная перспективность заложенных в них идей. В заключении Научно-исследовательского института Народного комиссариата обороны СССР говорилось: "Первое из предложений — многокамерная центрифуга представляется по идее правильной и в принципе осуществимой. Впрочем, вряд ли центрифугирование, даже улучшенное циркуляцией, будет лучше всюду принятого метода разделения путем термодиффузии... Это предложение оригинально, но специального военного интереса не представляет" [2, с. 220, 221]. В заключении Радиевого института АН СССР от 17 апреля 1941 г., подписанном В.Г. Хлопиным, было сказано: "Что касается... предложений... многокамерной и термоциркулярной центрифуги, то эти предложения рассматривались в Урановой комиссии АН СССР и были признаны заслуживающими внимания. Было признано желательным провести опытные работы, для того чтобы изготовить модельные образцы таких центрифуг и на них проверить некоторые предположения и конструктивные соображения авторов. Если бы они оказались точными, то это явилось бы значительным шагом вперед по пути разделения изотопов урана и сильно

продвинуло бы работы по проблеме урана. Однако, по мнению Урановой комиссии, ни одна из этих двух центрифуг не могла бы еще явиться той практической установкой, которая могла бы давать разделение изотопов урана в таких количествах, которые необходимы для постановки работ по их практическому использованию" [2, с. 228, 229].

Тем не менее, когда Государственный комитет обороны принял 28 сентября 1942 г. решение о возобновлении прерванных войной исследований по проблеме использования атомной энергии, в принятом тогда распоряжении № 2352сс "Об организации работ по урану" центрифужный метод разделения изотопов урана рассматривался как один из основных методов выделения урана-235. Распоряжение ГКО предписывало:

"1. Президиуму Академии наук СССР:

а) организовать при Академии наук СССР специальную лабораторию атомного ядра;

б) к 1 января 1943 года в Институте радиологии разработать и изготовить установку для термодиффузионного выделения урана-235;

в) к 1 марта 1943 года в Институте радиологии и Физико-техническом институте изготовить методами центрифугирования и термодиффузии уран-235 в количестве, необходимом для физических исследований, и 1 апреля 1943 года произвести в лаборатории атомного ядра исследования осуществимости расщепления ядер урана-235.

2. Академии наук УССР (акад. Богомолец) организовать под руководством проф. Ланге разработку проекта лабораторной установки для выделения урана-235 методом центрифугирования и к 20 октября 1942 года сдать технический проект казанскому заводу "Серп и молот" Наркомата тяжелого машиностроения.

3. Народному комиссариату тяжелого машиностроения (т. Казаков) изготовить на казанском заводе подъемно-транспортного машиностроения "Серп и молот" для Академии наук СССР к 1 января 1943 года лабораторную установку центрифуги по проекту проф. Ланге, разрабатываемому в Академии наук УССР" [2, с. 269–271].

Но в дальнейшем предпочтение было отдано диффузионному методу разделения изотопов урана. Когда после атомных бомбардировок Соединенными Штатами Америки 6 и 9 августа 1945 г. японских городов Хиросима и Нагасаки советский атомный проект с целью скорейшей ликвидации монополии США в обладании атомной бомбой получил высший государственный приоритет и начался переход от лабораторной стадии исследований к строительству крупномасштабных атомных предприятий, Совет Народных Комиссаров СССР принял постановление № 3150-952сс, которое предписывало немедленно приступить к строительству заводов № 813 и 817. Это произошло 21 декабря 1945 г. [3, с. 83–85]. Завод № 813 (теперь Уральский электрохимический комбинат) был заводом по выделению урана-235 диффузионным методом, завод № 817 (теперь комбинат "Маяк") — предприятием по производству плутония. В дальнейшем был построен и целый ряд других предприятий по производству плутония и урана-235, в том числе новые комбинаты по выделению урана-235 диффузионным методом. Внедрялись и другие методы разделения изотопов урана, в частности электромагнитный метод. С середины 50-х годов в СССР началось внедрение центрифужного метода разделения изотопов урана, эффективность которого значительно превысила эффективность диффузион-

ного и всех других известных методов. Первый промышленный участок, оснащенный центрифугами первого поколения, был пущен в эксплуатацию в 1961 г. Новые центрифуги существенно отличались от проектов довоенного и военного времени и были основаны на новых технологиях, которые постоянно совершенствовались. С 1970 г. началась промышленная эксплуатация центрифуг уже пятого поколения. В настоящее время в России успешно функционируют и центрифуги седьмого поколения [4, с. 392–397].

Рассматривая заявку на изобретение В.А. Маслова и В.С. Шпинеля "Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества" от 17 октября 1940 г., авторы статьи [1] отметили, что эта заявка представляет интерес как первая в СССР заявка с претензией на изобретение конструкции атомной бомбы. Употребив слово "претензия", авторы [1] не вкладывали в него негативного смысла. В условиях, когда даже принципиальная возможность создания условий для возникновения цепной ядерной реакции взрывного характера в уране подвергалась сомнению, предпринятый В.А. Масловым и В.С. Шпинелем поиск путей преодоления трудностей на пути к такой реакции, указанных Я.Б. Зельдовичем и Ю.Б. Харитоном (как они их тогда видели), несомненно, являлся неординарным, заслуживающим внимания событием. Положительную оценку инициативы В.А. Маслова и В.С. Шпинеля не может изменить даже то обстоятельство, что предложенное ими тогда техническое решение (сущность которого заключалась в размещении подкритических масс урана-235 в камерах-секциях, отделенных друг от друга непроницаемыми для нейтронов перегородками, которые удаляются взрывом химического взрывчатого вещества) было неработоспособным, так как не существует веществ, с помощью которых можно было бы создать полностью непрозрачные для нейтронов и достаточно компактные перегородки (наличие которых сделало "совершенно невозможным проникновение нейтронов из одних камер в другие") [2, с. 193–196].

При использовании же реальных веществ влияние на критичность перегородок в пространстве (зазорах) между деталями из урана-235 в предложенной схеме сравнительно невелико. При этом поглощение нейтронов в материалах перегородок уменьшает критичность, а рассеяние и замедление нейтронов, наоборот, приводит к ее увеличению. В результате даже слабый перевод системы через критическое состояние удалением перегородок оказывается проблематичным. Достижение же большой надкритичности, необходимой для того, чтобы система работала как атомная бомба, в такой схеме невозможно.

Список литературы

1. Гончаров Г. А., Рябев Л. Д. *УФН* 171 79 (2001)
2. *Атомный проект СССР: Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (Отв. ред. Л. Д. Рябев, отв. сост. Л. И. Кудинова) (М.: Наука, Физматлит, 1998)
3. *Атомный проект СССР: Документы и материалы* Т. 2 *Атомная бомба 1945–1954* Кн. 2 (Отв. ред. Л. Д. Рябев, отв. сост. Г. А. Гончаров) (М.: Наука, Физматлит; Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2000)
4. *Ядерная индустрия России* (Отв. ред. А. М. Петросьянц) (М.: Энергоатомиздат, 2000)

Г.А. Гончаров, Л.Д. Рябев