

А.Э. Бедель
Екатеринбург

СОЗДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ УРАНА МЕТОДОМ ГАЗОЦЕНТРИФУЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Одна из главных стратегических задач создания ядерного щита Советского Союза была решена путем освоения центрифужной технологии разделения изотопов урана. Эта технология имеет свою долгую и драматическую историю.

В конце 1930-х гг. немецкий эмигрант профессор Фриц Ланге в Харьковском физико-техническом институте вел лабораторные опыты с целью разделения изотопов урана с применением горизонтальной высокооборотной центрифуги. В период войны лаборатория, где работал Ф. Ланге, была эвакуирована на Урал.

С июля 1943 до 1945 гг. Ф. Ланге был прикомандирован к Уральскому филиалу АН СССР в лабораторию электрических явлений (руководитель чл.-корр. АН СССР И.К. Кикоин) в Свердловске для выполнения специального задания – получения урана-235 методом центрифужного разделения изотопов урана. В 1945 г. Ф. Ланге перебазировался в Москву в Лабораторию № 2⁷²⁷.

На заседании Технического совета Первого главного управления (ПГУ) 5 ноября 1945 г. был рассмотрен доклад профессора Ф. Ланге «О разделении изотопов методом центрифугирования». Было принято решение продолжить исследовательские работы⁷²⁸.

В 1946 г., после выхода постановления правительства от 17 декабря 1945 г. об организации Лаборатории № 4, на которую возлагалась задача по исследованиям возможности разработки газоцентрифужного метода разделения изотопов урана, Ф. Ланге продолжил свои исследования в этом направлении⁷²⁹.

В августе 1946 г. Научно-технический совет ПГУ вторично рассмотрел состояние работ по центрифужному разделению урана. Как отмечено в протоколе, доктор Ф. Ланге еще в 1943 г. на Урале создал центрифугу с окружной скоростью 150 м в секунду.

Лаборатории поручалась разработка метода центрифугирования для разделения изотопов урана, а также создание и опробование конструкции циркулярной центрифуги, что нашло отражение в протоколе № 49 заседания Специального комитета при Совете Министров СССР от 6.01.1948 г., отчете начальника Лаборатории № 4 НИИ-9 Первого

⁷²⁷ Атомный проект СССР. Документы и материалы. В 3 т. / Под общ. ред. Л.Д. Рябева. Т. I. 1938 – 1945: В 2 ч. Часть 2. М., 2002. С. 352.

⁷²⁸ Там же. Т. II. Атомная бомба. 1945 – 1954. Книга 4. Москва – Саров, 2003. С. 32 – 26.

⁷²⁹ Там же. Т. II. Книга 1. Москва – Саров, 1999. С. 662.

главного управления при Совете Министров СССР профессора Ланге о выполнении Постановления СНК СССР от 17 декабря 1945 г.⁷³⁰

При создании центрифуги использовалась открытая информация из США об испытаниях метода центрифугирования. Основываясь на работах американских и немецких ученых и учитывая преимущества газоцентрифужного метода разделения изотопов, разработка центрифуг для разделения изотопов урана была включена в США в программу по быстрейшему получению высокообогащенного урана для атомной бомбы (так называемый «Манхэттенский проект») и рассматривалась тогда как наиболее обещающее успех направление. Однако, несмотря на большие усилия и затраты США в те годы, из-за больших технических трудностей, не удалось развить центрифужный метод до промышленного применения.

В Советском Союзе эта неудача США с созданием промышленных газовых центрифуг была хорошо известна, но перспективы создания высокоэкономичного газоцентрифужного метода разделения изотопов урана были очень заманчивы и лабораторные исследования по нему были начаты в 1946 г., наряду с Лабораторией №4 Ф. Ланге, в Сухумском физико-техническом институте (НИИ-5) под руководством немецкого ученого доктора Макса Штеенбека⁷³¹. В декабре 1952 г. для ознакомления с этими исследованиями в Сухумский физико-технический институт был направлен главный конструктор ОКБ ЛКЗ Н.М. Синев. Постановлением правительства от 8 июля 1952 г. на ОКБ ЛКЗ была возложена задача по созданию промышленной газовой центрифуги. При этом планировалось использовать опыт группы сотрудников, работавших в НИИ-5 под руководством М. Штеенбека.

Собранные по чертежам образцы центрифуги НИИ-5 не были пригодны для промышленного изготовления и эксплуатации. Из предложенной М. Штеенбеком центрифуги в отечественную конструкцию был взят только узел опорной иглы, на которой вращается подобно «волчку» ротор, что исключило сложную проблему создания высокооборотных подшипников. Все остальное в конструкции советской центрифуги решали иначе⁷³².

С этого времени ОКБ ЛКЗ становится одним из главных разработчиков оборудования для центрифужной технологии обогащения урана. Позже, вернувшись в Германию, М. Штеенбек продолжал работы по центрифугам. Сотрудник М. Штеенбека Г. Циппе, допущенный к работам ОКБ ЛКЗ, запатентовал в ряде европейских стран «Центрифугу-

⁷³⁰ Там же. С. 236.

⁷³¹ Там же. Книга 5. Москва – Саров. 2005. С. 735.

⁷³² Подробнее см.: Синев Н.М. Обогащенный уран для атомного оружия и энергетики: К истории создания в СССР промышленной технологии и производства высокообогащенного урана (1945 – 1952 гг.). М., 1992. С. 124 – 125.

гу Циппе», аналог конструкции, разработанной ОКБ ЛКЗ, но не запатентованной в СССР по соображениям секретности. Эта конструкция послужила основой для создания промышленности обогащения урана в Западной Европе.

В начале 1950-х гг. работы по центрифугированию в США были прекращены и возобновились лишь в 1972 г. США отказались от центрифугирования вследствие того, что не смогли подобрать высокопрочные материалы для роторов и решить проблему работы подшипников. США затратили порядка 2 – 3 млрд. долл. на разработку и строительство обогатительного завода с центрифужной технологией, но затем разработчики отказались от проекта, ввиду его экономической неконкурентности с диффузионной технологией обогащения изотопов урана. В процессе эксплуатации американских центрифуг были выявлены серьезные недостатки. В 1985 г. в США пришли к заключению, что лазерный метод разделения изотопов урана более эффективен и снова прекратили заниматься методами центрифугирования.

Советские инженеры, рабочие, руководители и организаторы работ проявили терпение и настойчивость в решении проблем получения высокообогащенного урана центрифужным способом.

С 1952 г. в СССР начались масштабные работы по центрифужному методу обогащения. После серии испытаний ЦКБМ, созданное из ОКБ ЛКЗ, разработало центрифугу с жестким ротором.

Одним из главных направлений совершенствования центрифужной технологии на первом этапе развития российских моделей являлась конструкция ротора из композитных материалов, в том числе на основе углеволокна.

Постановлением правительства от 10.10.1955 г. предусматривалось строительство опытного завода газовых «турбин» ГТ-1 на комбинате № 813 (ныне Уральский электрохимический комбинат, г. Новоуральск, Свердловская обл.) и изготовления для него 3 300 газовых центрифуг. В 1956 г. началось сооружение этого завода. Центрифуги изготавливали заводы в Коврове и Владимире. Пуск 4 октября 1957 г. опытного завода ГТ-1 по обогащению урана явился решающим этапом в развитии центрифужного метода обогащения.

Если бы центрифужный метод разделения изотопов урана удался в первые годы работы атомной промышленности, потребовалось бы строить не 13 атомных реакторов для получения плутония, а много меньше, не потребовалось бы строить сложные радиохимические производства, и создавать большую радиохимическую промышленность. С 1962 по 1964 г. тремя очередями на Уральском электрохимическом

комбинате был введен в эксплуатацию первый в мире завод по разделению изотопов урана центрифужным способом⁷³³.

В СССР было разработано 8 поколений газовых центрифуг, их производительность увеличена в 4 раза, они могут работать без ремонта более 15 лет. Промышленное освоение центрифужного метода разделения изотопов урана, впервые в мировой практике осуществленное в СССР, является крупным научно-техническим достижением нашей страны. Во-первых, расход электроэнергии на единицу работы разделения сократился на первых порах в 20 раз, а сейчас – уже в 30. Во-вторых, полностью было исключено тепловое влияние оборудования на окружающую среду. В-третьих, улучшились условия труда: если в цехе, где стояли диффузионные машины, температура воздуха была плюс 45°C, а шум достигал 111 децибелов, то в газоцентрифужном – всего плюс 15°C, и шума вообще нет.

Четыре российских комбината по обогащению урана на основе новейших технологий произвели за весь период их работы около 1 200 т. оружейного урана (обогащенного ураном-235 до 90 %). Из этого количества 500 т изымается из демонтированных ядерных боеголовок и переводится в энергетический уран (обогащенный по урану-235 понижается до 3 – 5 %) продается в США в качестве ядерного топлива для атомной энергетики с рассрочкой поставки в 20 лет. Данное соглашение заканчивается в 2013 г. и пролонгироваться не будет. Производство оружейного урана прекращено в 1989 г.

Отечественные центрифужные заводы, расположенные в Новоуральске (Свердловская обл.), Северске (Томская обл.), Зеленогорске (Красноярский край) и Ангарске (Иркутская обл.) составляют до 40 % мощностей мировой промышленности по выпуску обогащенного урана для энергетических целей.

Спустя 15 – 20 лет после освоения в СССР промышленного метода обогащения урана центрифужным способом, этот способ получил развитие в ФРГ, Голландии, Великобритании и Японии, возможно, благодаря информации, переданной немецкими физиками М. Штеенбеком и Г. Циппе. В 1970 г. три европейские страны – Великобритания, Нидерланды и Германия заключили международный договор по строительству совместных предприятий по обогащению урана методом центрифугирования. Заводы были построены в Кейпенхерсте (Великобритания), Алмело (Нидерланды) и Гронау (Германия). Эти страны создали несколько поколений центрифуг. Центрифуги компании URENCO, в отличие от российских, не имеют наружного защитного кожуха и работают с более высокой окружной скоростью. Российские машины более практичны и долговечны.

⁷³³ Подробнее см.: Артемов Е.Т., Бедель А.Э. Угрожение урана. Екатеринбург, 1999. С. 138 – 144.

Российские центрифуги работают на скорости ниже собственной частоты ротора, так называемые подкритические центрифуги. Центрифуги URENCO — надкритические, собственная частота этих центрифуг меньше частоты вращения ротора. В СССР пошли по пути простой конструкции — производим центрифуги крупными сериями в виде агрегата. Каждая центрифуга в нем работает независимо друг от друга. URENCO выпускает центрифуги небольшими сериями. Производительность такой центрифуги выше, но в случае аварии и потери соответственно тоже выше.

Проблема промышленного освоения нового высокоэкономичного и технически прогрессивного центрифужного метода обогащения была решена в СССР раньше чем в других промышленно развитых странах. Достижения нашей промышленности по обогащению урана с помощью газовых центрифуг признаны во всем мире.

С.В.Беспалов
Москва

ПОЛЕМИКА ОБ ИЗДЕРЖКАХ ПОЛИТИКИ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ В РОССИИ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА

Политика ускоренной индустриализации в 1890-х – 1900-х гг. постоянно оставалась предметом дискуссий между экономистами, государственными и общественными деятелями России. В этой полемике, как нам представляется, ключевым являлся вопрос о жизнеспособности или, иначе говоря, обеспечении органичного развития создававшейся российской промышленности.

Аргументы С.Ю.Витте (как и Д.И. Менделеева, выступавшего в роли ведущего идеолога политики ускоренного индустриального развития) в пользу проведения покровительственной политики по отношению к промышленности, имеющей в России блестящие перспективы, хорошо известны. Что же касается воззрений противников его курса, то следует отметить, что с наиболее резкой критикой правительственной политики 1890-х – начала 1900-х гг., направленной на форсированное развитие промышленности, выступали неонародники. И, несмотря на то, что основными своими оппонентами идеологи этого курса считали не столько их, сколько представителей поместного дворянства, с одной стороны, и (в меньшей степени) либеральной оппозиции (хотя ещё и не структурированной), с другой, необходимо отметить, что основные аргументы против протекционизма были сформулированы ещё в трудах экономистов-народников 1880 – начала 1890-х гг. Так, например, В. Воронцов утверждал, что теория протекционизма есть учение, «про-