

ПЕРВЫЙ СОВЕТСКИЙ ПЛУТОНИЙ

И. А. МАСЛЕННИКОВ, В. Н. РОМАНОВСКИЙ, Л. Г. ЦАРИЦЫНА

Одной из важнейших проблем в процессе разработки Атомного проекта СССР было создание технологии выделения плутония из облученного урана. События, о которых пойдет речь, охватывают период с 1946 по 1952 г. и отражают историю создания технологии выделения плутония от первых поисковых работ до пуска первого в стране промышленного производства на комбинате № 817 (ныне ПО «Маяк»).

Технология должна была обеспечить выделение граммов плутония из тонн облученного урана, причем в получаемом плутонии содержание элементов, сильно поглощающих нейтроны, не должно было превышать 0,00001 % от массы плутония, остальных примесей – 10^{-2} – 10^{-3} %. Высокая радиоактивность продуктов, содержащих осколочные элементы, требовала дистанционного управления технологическими процессами. Таких задач химическая промышленность нашей страны в те времена не решала.

Поэтому следует считать особым достижением беспрецедентно короткие сроки решения этой задачи. Три с небольшим года прошло с того времени, когда РИАН (Радиевый институт Академии наук, ныне ФГУП «НПО “Радиевый институт имени В. Г. Хлопина”») официально получил задание на разработку технологии (декабрь 1945 г.), до того, когда на радиохимическом заводе был выпущен первый плутоний (февраль 1949 г.), а еще через полгода плутония было уже достаточно, чтобы изготовить и испытать первую атомную бомбу (29 августа 1949 г.).

Этот период, в принципе, сопоставим с длительностью выполнения аналогичных работ в США. Но американцы считали, что такой срок ни для кого более недостижим: «Никакая другая страна в мире не была бы способна на подобную затрату мозговой энергии и технических усилий». Однако этой страной оказался Советский Союз, несмотря на то, что советские ученые работали в несравненно более трудных условиях, чем участники Манхэттенского проекта. Если в США на решении этой проблемы были сосредоточены ресурсы богатой, благополучной страны, то Советский Союз был страной с ослабленными войною экономикой и промышленностью, а его

ученые практически отрезаны от мировой науки.

Создание первой радиохимической технологии было поручено научному коллективу Радиевого института, возглавляемого В. Г. Хлопиным. А. К. Круглов в своей книге «Как создавалась атомная промышленность в СССР» писал: «РИАН был практически единственным институтом в стране, способным организовать выделение плутония из высокоактивных материалов и очистить от радионуклидов уран в промышленных масштабах».

Началом выдающихся отечественных достижений в развитии радиохимических технологий следует считать создание промышленного производства радия. Первые препараты радия В. Г. Хлопин, возглавлявший Коллегию по организации Радиевого завода, а впоследствии директор Радиевого института, получил собственноручно в декабре 1921 г. по разработанной им технологии. Этот опыт оказался неоценимым при решении институтом главной в его истории научной проблемы — разработке технологии выделения плутония из облученного урана.

К концу 1930-х гг. радиохимики РИАН имели не только глубокие теоретические представления о закономерностях поведения микроколичеств радиоэлементов в растворах, газах, при осаждении, кристаллизации и т. п., но, и отра-



Историческое здание Радиевого института им. В. Г. Хлопина в Санкт-Петербурге



Академик В. Г. Хлопин

ботанные приемы практической работы с радиоактивными веществами, владели методами их анализа, методами радиометрии.

В этот период активизировались работы по изучению структуры атомного ядра и ядерных превращений. По инициативе заведующего физическим отделом Л. В. Мысовского в институте началась

работа по сооружению первого в Европе циклотрона. В начале 1937 г. циклотрон был пущен в эксплуатацию, и с его пуском физики и химии получили возможность вести облучение препаратов с интенсивностью в тысячи раз большей, чем ранее, при использовании радон-бериллиевых источников.

Открытие в конце 1938 г. О. Ханом и Ф. Штрассманом деления ядер урана нейтронами нашло немедленный отклик ученых РИАН. Уже в начале мая-июле 1939 г. В. Г. Хлопин с сотрудниками направляют в печать серию статей о делении ядер урана под действием нейтронов и о возможном существовании трансуранов. Вопрос об образовании трансурановых элементов в этих работах не был решен однозначно, вместе с тем удалось обнаружить несколько ранее неизвестных цепочек деления ядер урана. В. Г. Хлопин подробно информировал об этих работах В. И. Вернадского, который считал открытия в конце 1930-х гг. в области ядерной физики решающими шагами к началу практического освоения атомной энергии и был уверен, что этот вопрос приобретает государственную важность.

В июле 1940 г. академики В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман и В. Г. Хлопин направляют письмо на имя заместителя председателя Совнаркома СССР Н. А. Булганина. Они пишут, что открытие деления урана под действием нейтронов и уже выполненные в этом направлении работы говорят о принципиальной возможности технического использования внутриатомной энергии, которое должно в корне изменить всю прикладную энергетику. В связи с этим они считают необходимым принятие правительством мер, которые обеспечили бы нашему государству возмож-

ность не отстать от других стран. Аналогичное письмо с предложением принять меры для проверки возможности практического использования внутриатомной энергии В. И. Вернадский и В. Г. Хлопин направляют в Президиум Академии наук СССР. Результатом этих действий стало создание при Президиуме Академии наук Комиссии по проблеме урана.

Состав комиссии по проблеме урана: В. Г. Хлопин — академик, председатель комиссии; В. И. Вернадский — академик, зам. председателя комиссии; А. Ф. Иоффе — академик, зам. председателя комиссии; А. Е. Ферсман — академик; С. И. Вавилов — академик; П. П. Лазарев — академик; А. Н. Фрумкин — академик; Л. И. Мандельштам — академик; Г. М. Кржижановский — академик; П. Л. Капица — академик; И. В. Курчатов — старший научный сотрудник Радиевого института АН СССР; Д. И. Щербаков — старший научный сотрудник Института геологических наук АН СССР, секретарь комиссии; А. П. Виноградов — профессор, зам. директора Биогеохимической лаборатории АН СССР; Ю. Б. Харитон — старший научный сотрудник Института химической физики АН СССР.

Урановая комиссия составила комплексный план исследований, включавший работы ряда научно-исследовательских институтов и отдельных лабораторий Ленинграда, Москвы, Харькова, Днепропетровска. Но война прервала намеченные работы. Многие ученые были мобилизованы, институты эвакуированы, их работа, в основном, была подчинена решению насущных задач, связанных с потребностями фронтов и военной промышленности. Радиевый институт был эвакуирован в Казань.

В середине января 1943 г. В. Г. Хлопин обратился к вице-президенту Академии наук А. Ф. Иоффе и к уполномоченному ГКО С. В. Кафтанову с запиской, в которой изложил свое видение атомной проблемы в целом и разработанный им план первоочередных работ. В середине апреля 1943 г. Радиевому институту была поручена разработка технологии выделения из облученного урана элемента 93, считавшегося тогда эка-рением, и элемента 94, считавшегося эка-осмием. Но, находясь в Казани, институт практически был лишен экспериментальной базы и не мог должным образом разворачивать новые работы. Только летом 1944 г., через полгода после снятия блокады Ленинграда, было получено разрешение на возвращение группы сотрудников для скорейшего восстановления циклотрона.

В январе 1945 г. В. И. Гребенщиковой и А. М. Гуревич из соли, облученной на циклотроне, был получен первый препарат, содержащий плутоний в импульсном количестве, всего 33 имп./мин. Из раствора, полученного после растворения облученной соли урана, плутоний был выделен путем сокристаллизации его с ураном при осаждении ацетатом натрия.

Работы по урановому проекту были резко ускорены после сообщения о бомбардировке американцами 6 и 9 августа 1945 г. японских городов Хиросима и Нагасаки. В сентябре 1945 г. Технический совет Специального комитета при Совнаркомом СССР принял постановление о привлечении к работам по проблеме использования атомной энергии ряда научных учреждений, отдельных ученых и специалистов.

Радиовому институту по этому постановлению поручалось изучить химические свойства плутония и разработать промышленный метод выделения плутония из облученного урана (руководители работ академик Хлопин, чл.-кор. Никитин, профессор Ратнер, чл.-кор. Гринберг, канд. физ. наук Петржак). Этим же постановлением была создана Комиссия по изучению плутония под председательством В. Г. Хлопина в составе: чл.-кор. Б. А. Никитин (заместитель председателя), канд. физ. наук Б. В. Курчатov, академик А. Н. Фрумкин, академик И. И. Черняев.

В середине декабря 1945 г. на заседании Специального комитета было рассмотрено состояние работ по проблеме в РИАН. В тезисах сообщения В. Г. Хлопина приводится перечень данных институту поручений и состояние дел по их выполнению, говорится, что из 16 лабораторий института 13 участвуют в выполнении спецзадания, в четырех из них ведется работа по химии и технологии плутония. К работам привлечены 1 академик, 3 члена-корреспондента Академии наук, 26 старших и 12 младших научных сотрудников, 12 лаборантов. Отмечено, что мощность восстановленного циклотрона на 1 декабря уже превышает мощность, достигнутую в довоенный период, и на циклотроне начато облучение урановых солей.

В «Кратком отчете о работах по плутонию» за первые два месяца, направленном в Совнарком генерал-майору В. А. Махневу, датой начала работ Хлопин называет 5 декабря 1945 г. С этого момента можно начать отсчет времени, потребовавшегося на создание и пуск принципиально новой промышленной технологии.

Сроки, отпущенные для выполнения задания, были необычны — на разработку сложнейшей

технологической схемы выделялось всего около семи месяцев.

Работы в институте были развернуты немедленно, в напряженном ритме, с широким охватом проблем, к решению которых были привлечены практически все радиохимики и многие физики института. Общее руководство всеми работами осуществлял В. Г. Хлопин. М. Г. Мещеряков, руководивший в то время циклотронной лабораторией института, так характеризует В. Г. Хлопина того времени: «Благодаря творческой воле Хлопина, его умению отделять важное от случайного, притягательной силе его личности, руководимый им многочисленный коллектив специалистов, таких разных по своим интересам и стремлениям, был слит воедино и оказался на высоте своих обязанностей. Эксперименты проводились буквально круглосуточно, чрезвычайно быстрыми темпами».

В институте были сформированы три бригады для проверки намеченных методов выделения плутония.

1. Бригада академика В. Г. Хлопина проверяла фторидный метод выделения плутония и ацетатный метод выделения и очистки урана от осколочных элементов.

2. Бригада члена-корреспондента АН СССР А. А. Гринберга проверяла оксалатный и купфероновый методы и висмут-фосфатную схему с регенерацией урана.

3. Бригада члена-корреспондента АН СССР Б. А. Никитина проверяла экстракционный метод выделения и концентрирования плутония с использованием в качестве экстрагента диэтилового эфира.

Кроме этих бригад, с 1946 г. в специальной лаборатории, созданной в Ленинградском универ-



Первый советский плутониевый завод

ситете на кафедре физической химии, работала группа под руководством профессора Б. П. Никольского, которая выполнила задание по разработке способов растворения урановых блоков. Позднее эта группа вошла в состав Радиевого института.

К началу февраля 1946 г., то есть за два месяца, в институте уже были получены первые препараты фторидов плутония и нептуния путем их осаждения с фторидом лантана. Из трех килограммов облученного на циклотроне нитрата уранила был получен объединенный препарат нептуния и плутония активностью 140 импульсов в минуту. В этот же период проверялся метод совместного осаждения урана и плутония в форме ацетатов для отделения их от основной массы осколочных элементов в начале технологического процесса.

Таким образом, в результате проведенных институтом исследований была предложена принципиальная схема выделения плутония, в которой сочетались оба проверенных метода (фторидный и ацетатный) и которая может быть положена в основу первого варианта технологии.

При выборе варианта схемы, которую В. Г. Хлопин стал разрабатывать под своим личным руководством, он отдал предпочтение схеме, основанной на хорошо изученных к тому времени в Радиевом институте процессах изоморфной сокристаллизации выделяемого радиоэлемента с соединениями элементов-носителей. То есть на процессе, уже проверенном практикой, процессе, который был основой созданной им промышленной технологии выделения радия из урановой руды. Ведь по сути, цели радиевой и плутониевой промышленности были аналогичны — выделение микроколичеств целевого компонента из огромной массы балластного материала. Кроме того, осадительная технология не требовала, что очень важно, немедленной разработки принципиально нового оборудования. Аппараты для осаждения могли иметь сравнительно простую конструкцию, требовалось только их оснащение надежными измерительными приборами и защитой от радиоактивного излучения.

Бригада А. А. Гринберга, как уже сказано, проверяла висмут-фосфатную схему. Эта схема была более сложной и не готовой к реализации. Бригада Б. А. Никитина разрабатывала экстракционную схему с использованием в качестве экстрагента диэтилового эфира, «эфирную схему», как ее тогда называли. Эфирный метод оказался наименее изученным. Последнее обстоятельство, по-видимому, можно объяснить не только малочисленностью бригады (3 человека), но и край-

ней занятостью Б. А. Никитина вопросами общего порядка, определяющими построение базовой технологии вне зависимости от методов, на которых она будет основана.

16 марта 1946 г. на техническом совещании в РИАН ацетатно-фторидный метод был признан наиболее перспективным и изученным и именно его было решено принять за основу для детальной проработки технологической схемы завода.

29 апреля 1946 г. РИАН совместно с ГИПХ выпустили «Технологическую часть проектного задания объекта “Б”». В документе дана характеристика возможных методов производства плутония, описаны проверенные методы его выделения, отмечены их положительные стороны и недостатки и указаны преимущества комбинированного ацетатно-фторидного метода, который обеспечивает получение плутония и урана почти свободными от загрязнений и в форме, удобной для дальнейшей переработки. Отмечено также, что все необходимые для процесса химические реактивы производятся в СССР и относительно дешевы, в отличие, например, от фосфата висмута, который в стране вообще не производили. И главное — в документе содержатся практически все разделы, необходимые для промышленного осуществления технологии: от свойств исходных материалов, их поведения в технологических процессах и до расчета материального баланса, потоков и т. д. Рассмотрены вопросы безопасности и обезвреживания отходов.

К середине 1947 г. была завершена проверка ацетатно-лантанфторидной схемы на плутонии, выделенном из солей урана, облученных на циклотронах РИАН или ЛФТИ, а также на плутонии из облученного блока. Проверка показала, что во всех трех случаях выход плутония составлял 90 % и выше.

В основу проектного задания на первый радиохимический завод по переработке облученного урана и была положена эта схема. В октябре 1947 г. начались работы на опытной установке № 5 в НИИ-9, которая была создана для укрупненных испытаний технологической схемы.

Начало работ на установке было неудачным. Неполадки шли практически по всем процессам. Причина, как считал впоследствии академик Б. П. Никольский, заключалась в «...крайне неудачной конструкции установки, которую... поспешили создать без должной консультации с учеными РИАН, разработавшими технологическую схему. Вести на этой установке процессы так, как они были запроектированы, оказалось практически невозможно».

6 апреля 1948 г. приказом по Первому главному управлению при СМ СССР (ПГУ) директору НИИ-9 В. Б. Шевченко предписывалось организовать Радиохимический отдел (отдел «Б»). Начальником отдела «Б» назначался Б. А. Никитин. Для усиления отдела кадрами научных работников этим приказом к отделу сроком на четыре месяца прикомандировывались сотрудники РИАН (26 человек). Приказ обязывал всю работу по освоению технологии завода «Б» «...вести по плану, согласованному с РИАН (акад. В. Г. Хлопиным, И. Е. Стариком), на который возложено общее научное руководство этой проблемой».

Результаты, получаемые на установке, оперативно учитывались и в проектной документации на завод, который уже строился. Установка № 5 проработала в общей сложности около полутора лет, подтвердив правильность и обоснованность технологии получения плутония, разработанной РИАН и положенной в основу проекта завода.

Летом 1948 г. основные испытания на установке были закончены. В июле 1948 г. был издан приказ по ПГУ: «В целях обеспечения и наладки производства объекта “Б” Комбината 817 организовать специальную пусковую бригаду научных работников из состава РИАН, НИИ-9 и других привлеченных организаций для ввода в эксплуатацию завода “Б”». 22 декабря 1948 г. после проведения холодных испытаний состоялся пуск завода на реальном продукте, в аппаратурах были загружены облученные урановые блоки, полученные из реактора завода А.

Первая готовая продукция на конечном переделе была выпущена 26 февраля 1949 г., а с 1 марта 1949 г. завод считался принятым в эксплуатацию и начал выполнять плановое задание. Несмотря на все сложности начального периода, в первые же месяцы после пуска завода плутоний был получен в количестве, необходимом для изготовления первых образцов изделий — полусфер из металлического плутония.

29 августа 1949 г. в нашей стране на Семипалатинском полигоне было осуществлено первое испытание ядерного оружия. На первом испытании от РИАН работали 13 человек; из разработчиков технологии получения плутония — Б. А. Никитин, И. Е. Старик, Г. В. Горшков, А. Г. Самарцева. Испытания подтвердили — поставленная наисложнейшая задача решена. Наша страна гарантирована от атомного шантажа.

Самым главным и определяющим в этом успехе была самоотверженная и увлеченная работа большого коллектива — от руководителей всех

уровней до рядовых исполнителей. Работа с полной самоотдачей. Очень важно, что руководство разработкой технологии было поручено Радиовому институту, единственному в то время институту, где была хорошая школа радиохимии, где проблемы радиохимии решались комплексно химиками и физиками, где были высококвалифицированные кадры со знанием особенностей поведения радиоэлементов, с опытом крупномасштабной работы с радиоактивными материалами.

Правительство высоко оценило труд ученых и инженеров, принимавших участие в создании технологии получения плутония. За создание технологии и пуск радиохимического завода большая группа сотрудников РИАН была удостоена правительственных наград. В. Г. Хлопину было присвоено звание Героя Социалистического Труда, присуждена Сталинская премия и премия СМ СССР. Он был награжден третьим орденом Ленина и другими специальными правительственными наградами.

В последующие годы и по настоящее время Радиевый институт продолжает и развивает традиции радиохимической школы, созданной В. Г. Хлопиным и его учениками в первой половине XX века. В настоящее время радиохимическая технология является одним из главных направлений в деятельности института. Сохранение школы радиохимиков и обладание уникальной радиохимической базой в Гатчине способствовали тому, что институту поручено научное сопровождение создания опытно-демонстрационного центра (ОДЦ), который должен стать прототипом крупномасштабного завода по переработке отработанного ядерного топлива.

Как и в проблеме оборонного плутония, в разработке технологии для ОДЦ и ее испытаниях участвуют ученые и инженеры большинства лабораторий института, что является залогом успешного решения этой государственной задачи сегодняшнего дня.

МАСЛЕННИКОВ Игорь Александрович — генеральный директор ФГУП НПО, кандидат технических наук

РОМАНОВСКИЙ Валерий Николаевич — председатель диссертационного совета, доктор технических наук

ЦАРИЦЫНА Людмила Геннадиевна — начальник отдела, кандидат химических наук