

# История оружейного урана на фоне конфликта Капицы. (Часть 1)

Садовский А.С. ([asadovsky@rambler.ru](mailto:asadovsky@rambler.ru)), Товмаш А.В.

НИФХИ им. Л.Я. Карпова

В СССР 60 лет назад было пущено первое производство оружейного урана. Его создание проходило далеко не гладко, что долгое время было правдой «для служебного пользования». Прوماхи вызваны не только сложностью и новизной технологии, а были допущены как бы сознательно. О грядущих издержках в общем виде П.Л. Капица предупреждал еще до принятия решения. Его позиция в отношении советского атомного проекта известна по письмам И. Сталину. Мы постарались проследить историю разработки этого производства в сопоставлении с критическими высказываниями Капицы.

## 1. Лиха беда начало

Реакция Сталина на бомбардировку Хиросимы и Нагасаки была незамедлительна и проста – делать такие же бомбы и побыстрее, не считаясь с затратами. Времени нет. Спустя пол месяца, 20 августа 1945г. был сформирован Специальный комитет во главе с Л.П. Берией. Наука в Спецкомитете была представлена И.В. Курчатовым и П.Л. Капицей. При комитете были учреждены три комиссии, одну из них по тяжелой воде возглавил Капица. В структуре Спецкомитета появилось также «*Бюро № 2, объединяющее закордонную разведывательную работу по проблеме урана*».

В сентябре для подготовки постановлений правительства стал регулярно собираться Технический совет комитета под председательством Б.Л. Ванникова, бывшего наркома боеприпасов. Он также занял пост начальника Первого главного управления Спецкомитета – ПГУ, призванного исполнять роль наркомата (предтеча Минсредмаша). В составе Совета ученых было большинство, почти 80%.\*

В сентябре на пяти заседаниях Техсовета были заслушаны доклады Курчатова и Г.Н. Флерова (содокладчик А.И.Алиханов), И.К. Кикоина (содокладчик Капица) Л.А. Арцимовича (содокладчик А.Ф. Иоффе), Н. Риля<sup>†</sup>, З.В. Ершовой, М.О. Корнфельда. Подготовленные тогда же решения, очевидно, соответствовали настроению высшего руководства. Они сводились к повторению Манхэттенского проекта в те же сроки, в которые удалось уложиться в США с наработкой делящихся материалов для первых бомб. Немецкий «уран-проект» шел к нему дополнением. Последний был ориентирован на получение плутония в «котле тяжелая вода-уран» (терминология прошлых лет). До промышленной стадии этот проект не дошел, поскольку требуемого количества 4-5 т

---

\* Потом под председательством М.Г. Первухина, наркома химической промышленности был сформирован Инженерно-технический совет, до их объединения в конце марта 1946г. бывший Технический стали называть Научно-техническим.

<sup>†</sup> Бывший директор научного отдела концерна «Ауэр гезельшафт», разработавший технологию получения чистого металлического урана, был привлечен к участию в советском атомном проекте.

тяжелой воды заполучить в Норвегии, на что изначально рассчитывала Германия, так и не удалось. Такое количество тяжелой воды было накоплено к концу войны в США, но создание котла отложили. Все силы были брошены на производство плутония в котле графит-уран и оружейного урана, обогащенного до 90 % изотопом U-235. Для этого основным по началу был выбран газодиффузионный метод, как и в прерванном английском проекте «Тьюб аллойз». Однако, из-за встретившихся трудностей, до оружейных кондиций уран был доведен другим, магнитно-динамическим методом.

Почти сразу после «сентябрьской конференции», 3-го октября Капица обратился с письменной просьбой к Сталину об освобождении его от работы в Спецкомитете. Мотивировка была тривиальной – не сработался с Берией. Председатель комитета груб, неуважителен к науке и ученым. Капица, кроме того, что был директором «Капишника» - Института физпроблем, занимал должность, соответствующую рангу наркома – начальник объединения «Главкислород», и совсем недавно получил звание Героя соцтруда. Берия же занял пост Зампредела Совнаркома и переехал с Лубянки в Кремль. Выходило, что нарком жалуется главе Правительства на его зама, с которым отказывается работать в одном комитете.

Никакого действия письмо не вызвало. Второе письмо Капицы датировано 25 ноября 1945г. В нем он привел развернутое обоснование своей просьбы об отставке. Она сводилась далеко не к личным отношениям, а к принципиальному несогласию с решениями Спецкомитета.

***«В организации работы по атомной бомбе, мне кажется, есть много ненормального. Во всяком случае, то, что делается сейчас, не есть кратчайший и наиболее дешевый путь к ее созданию ... он совсем безалаберен и без плана. Мы хотим перепробовать все, что делали американцы, а не пытаемся идти своим путем. Мы позабыли, что идти американским путем нам не по карману и долго».*** [1]

Альтернативный вариант Капица видел таким. Сначала года за два подготовить научно-техническую и кадровую основу, в это же время выбрать наиболее подходящий путь, а уж затем быстро и без потерь пройти по нему, сконцентрировав необходимые усилия. Непременным условием должно быть ***«доверие между учеными и государственными деятелями»*** и ***«тесное плодотворное сотрудничество»***. Обстановка в комитете иная: ***«Товарищи Берия, Маленков и Вознесенский ведут себя в Спецкомитете как сверхчеловеки. В особенности тов. Берия. Правда, у него дирижерская палочка в руках. Это неплохо, но вслед за ним первую скрипку все же должен играть ученый. Ведь скрипач дает тон всему оркестру. У тов. Берия основная слабость в том, что дирижер должен не только махать палочкой, но и понимать партитуру. С этим у Берия слабо»***.

Письмо составлено накануне выхода постановлений Совнаркома 1 декабря, о строительстве комбинатов:

- №817 (ныне ПО «Маяк», г. Озерск), в состав которого вошли уран-графитовый котел, выделение и получение металлического плутония;
- №813 (ныне Уральский электромеханический завод, г. Новоуральск) для разделения изотопов урана газодиффузионным методом.

Капица, таким образом, как бы выразил особое мнение и нежелание делить ответственность за поспешные, непродуманные действия. Не получив ответа и на это письмо, он проработал в Спецкомитете еще почти месяц до 21 декабря. На освободившееся место никого потом не назначили. Так сложилась Курчатовская атомная монополия.

Когда Капица писал второе письмо, он уже мог непосредственно сравнить американский уровень производства делящихся материалов, в частности, урана с тем, на который планировалось выйти. Будучи «дирижером» атомной программы СССР, Берия даже еще после Хиросимы сомневался в существовании атомной бомбы, подозревая, очевидно, что это просто имитация, а полученные разведанные – не бескорыстная

помощь сочувствующих друзей, а хитрая дезинформация наших врагов. Наши союзники против Гитлера (их правительства) были всего-навсего друзьями по расчету. Изданный в открытой печати почти одновременно с бомбежкой «Отчет» Генри Смита с обстоятельным описанием, как не просто сделать такие бомбы, был рассчитан на то, что друзья все поймут, и не будут ссориться. У нас «Отчет» Смита тут же строго засекретили. Берия лишний раз хотел убедиться, что накопленные разведанные и этот «Отчет» не дезинформации. Он организовал в ноябре 1945г. поездку в Копенгаген сотрудника Бюро №2 Я.П. Терлецкого, Капицу попросили дать ему рекомендательное письмо для доверительного разговора с Н. Бором. Он, как директор института, получит в январе 1946г. по списку 5 экземпляров перевода, но в связи с миссией разведчиков с английским текстом его могли познакомить и раньше. Однако более важную информацию Капица узнал на заседании Техсовета 13 ноября. Сотрудник Бюро №2 А.Н. Рылов доложил об имеющихся материалах, в том числе по «проекту завода механической обработки сырья» и «фильтрах для завода». Газодиффузионное разделение здесь законспирировано как механическая обработка. Речь идет о материалах Бюро №2 [2]:

- «Избирательная диффузия фтористого урана» (3 л. с чертежами на 3 л.);
- «Диффузионно-разделительная установка», устройство завода и очистительная система (всего на 19 л.);
- «Диффузионно-разделительный завод. Строительные планы и чертежи (на 21л.);
- «Производство диффузионных мембран» (на 5 л.).

Потом сотрудники бюро доложат, по крайней мере, еще о десятке подобных материалов по этой проблеме. Как известно, добровольным информатором был Клаус Фукс, атомная карьера которого и началась с расчетов по диффузионному обогащению урана в «Тьюб аллойз».

## 2. Все просто и не просто

*«Я ему (Берии) предлагал учить его физике, приезжать ко мне в институт. Берия, если бы не был так ленив...»* Капица

Капица как-то сказал Берии, что тот не понимает физики, Берия парировал – Капица ничего не понимает в людях. Рассказ наш о физике, точнее о технике. Это проще, чем писать о людях. Полностью абстрагироваться, тем не менее, тоже нельзя. Решившись на борьбу с высшей бюрократией, 2 января 1946г. Капица пишет Сталину письмо патриотической направленности, прикладывая рукопись Л.И. Гумилевского «Русские инженеры». Только на это письмо он и получил ответ. Ходовыми цитатами из писем мы воспользуемся в качестве тезисов, помещая их в текст наподобие эпиграфов. Обильное цитирование первоисточников вызвано тем, что мемуары могут оказаться неточными или противоречивыми, обстоятельства известными не полностью, а выстроенный ряд домыслов, приведет тогда совсем не туда. Вот пример, который будет использован и в дальнейшем.

О газодиффузионном способе разделения изотопов урана как раз есть место в воспоминаниях В.С. Емельянова, отрывок из них приведен в известной монографии Дэвида Холловэйя «Сталин и бомба» [3]:

*«Ванников, Завенягин и Первухин были весьма компетентными людьми. Ванников, по словам Харитона, был превосходным руководителем и прекрасным инженером, человеком очень остроумным и доброжелательным. В начале сентября 1945г. он сказал Василию Емельянову, которого только что просил возглавить научно-техническое управление в Первом главном управлении: Мы, инженеры привыкли все руками потрогать и своими глазами увидеть, в крайнем случае, микроскоп поможет. Но здесь и он бессилён. Атом все равно не разглядишь, а тем более то, что внутри него спрятано. А ведь мы должны на основе этого невидимого и*

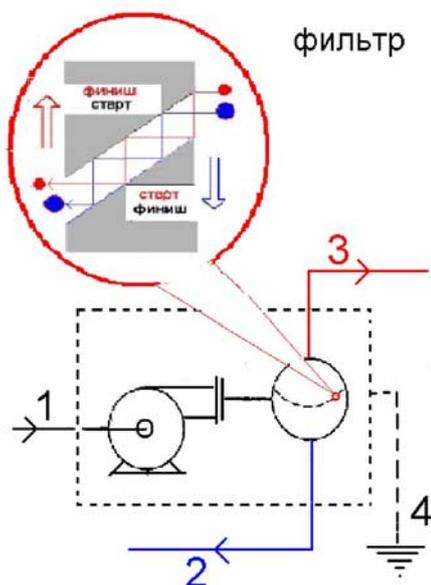
*неошутимого заводские агрегаты построить, промышленное производство организовать». Когда Емельянов спросил Ванникова, с чего ему начинать, Ванников взглянул на него и сказал: «Ты думаешь, я все знаю? Если бы так! Зачем тогда столько заместителей?»»*

И еще в том же духе:

*«Курчатов организовал семинары, в задачи которых входило объяснение существа урановой проблемы руководителям промышленности. На одном из таких семинаров Кикоин сделал доклад о разделении изотопов. Когда он кончил, Вячеслав Малышев, один из руководителей промышленности<sup>‡</sup>, обернулся к Емельянову и спросил: «Ты что-нибудь понял?». Емельянов шепнул ему, что понял мало, после чего Малышев вздохнул и сказал, что он практически ничего не понял — к большому облегчению Емельянова».*

Приведем выдержки из рассекреченного отчета Кикоина, который, как полагают, соответствует докладу «О состоянии научно-исследовательских и практических работ Лаборатории № 2 по получению урана-235 диффузионным методом», рассмотренному на заседании Техсовета 6 сентября 1945г. [2] Доклад написан четко и доходчиво, поэтому будет понятен и в сокращении. Иллюстрации Кикоина мы заменили своими, более подходящими для дальнейшего рассмотрения.

*«Если пропускать газ, состоящий из двух сортов молекул (в нашем случае двух изотопов), через малое отверстие или через сетку, состоящую из большого числа малых отверстий, то оказывается, что более легкие молекулы газа проходят в большем количестве, нежели тяжелые. Существенно отметить, что это явление имеет место только тогда, когда молекулы проходят через отверстие, не сталкиваясь в нем, ... т.е., когда длина свободного пробега молекулы больше диаметра отверстия (рис. 1).*



*Соответственно, газ, прошедший мимо сеток, оказывается обедненным легкими молекулами. Практически же всегда имеет место обратное просачивание газа сквозь сетку, вследствие чего в действительности увеличение концентрации легкого изотопа (обогащение) оказывается несколько меньшим.*

Рис. 1

Степень разделения:  
1 – вход, 2 - обедненный уран, 3 – обогащенный уран, 4 – коррозионные потери

<sup>‡</sup> Малышев Вячеслав Александрович (1902,—1957) —один из плеяды «сталинских наркомов», с 1943 г. по 14 октября 1945 г. Народный комиссар танковой промышленности СССР, председатель секции №2 Инженерно-технического совета по проектированию, оборудованию и сооружению газодиффузионных заводов. В состав секции входил и Кикоин.

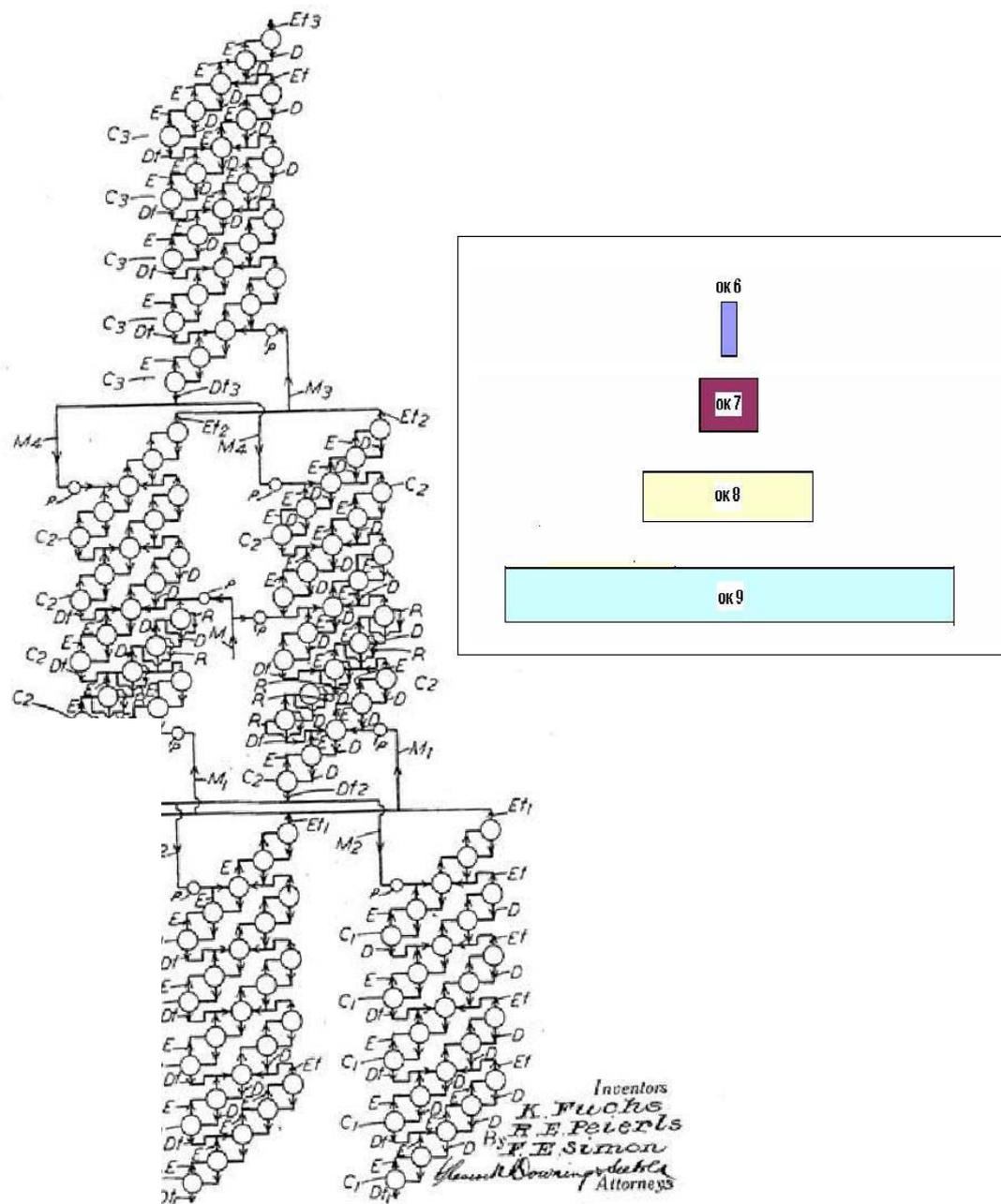


Рис. 2

Слева: общий вид каскада по патенту США № 3,208,197.  
 Справа: подписи авторов – Ф. Саймон, К. Фукс, Р. Пайерлс;  
 сверху: соотношение мощностей диффузионных машин  
 в разных местах каскада первой очереди Д-1.

*Обогащение оказывается тем большим, чем больше перепад давления на сетке. Перепад давления создается обычно компрессором (насосом), осуществляющим движение газа между сетками. Такая система, состоящая из сеток и компрессора, движущего газ, и является разделительной ступенью (рис. 1).*

*В качестве газа мы употребляем шестифтористый уран. Это соль, обладающая довольно высокой упругостью пара при комнатной температуре. Что касается сеток, то к ним предъявляется требование, чтобы диаметр отверстия их был меньше длины свободного пробега молекул шестифтористого урана. Последняя, как это хорошо известно, обратно пропорциональна давлению газа. При атмосферном давлении длина свободного пробега молекул приблизительно равна 1/10 000 мм. Поэтому, если бы мы умели делать тонкую сетку с отверстиями меньше 1/10 000 мм, мы могли бы работать с газом при атмосферном давлении.*

*В настоящее время мы научились делать сетки с отверстиями около 5/1 000 мм, т.е. в 50 раз большими длины свободного пробега молекул при атмосферном давлении. Следовательно, давление газа, при котором разделение изотопов на таких сетках будет происходить, должно быть меньше 1/50 атмосферного давления. Практически мы предполагаем работать при давлении около 0,01 атмосферы, т.е. в условиях хорошего вакуума. Многократное обогащение газа при непрерывном процессе работы может быть осуществлено при помощи каскадной установки, состоящей из большого числа ступеней, соединенных последовательно (рис. 2).*

*Расчет показывает, что для получения продукта, обогащенного до концентрации в 90 % легким изотопом (такая концентрация достаточна для получения взрывчатого вещества), нужно соединить в каскад около 2 000 таких ступеней. В проектируемой и частично изготовленной нами машине рассчитывается получить 75-100 г урана-235 в сутки. Установка будет состоять приблизительно из 80-100 «колонн», в каждой из которых будет смонтировано 20-25 ступеней. Общая площадь сеток (площадью сеток определяется производительность всей установки) составит около 8 000 м<sup>2</sup>. Общая мощность, расходуемая компрессорами, составит 20 000 кВт».*

К процитированному добавим, что большой каскад надо делать «треугольным» с разделительными ступенями разной мощности. Мощность конечных ступеней – граммы в сутки, а в исчерпывающей части каскада крутятся сотни килограмм обедненного сырья. Экономичность каскада повышается, если его компоновать из ступеней разной производительности. Приведенная диаграмм построена по характеристикам разделительных ступеней, или диффузионных машин серии ОК (особая конструкция), установленных на первой очереди Д-1 в Свердловске-44. [4]

### Как у американцев, но по-своему

*«Мы должны делать по-своему и атомную бомбу, и реактивный двигатель».*

*Капица*

Понятно, что сетка (фильтр, перегородка, барьер или тоже самое мембрана) является основной деталью, определяющей параметры оборудования: режимные (давление, его перепад на фильтре, температуру и прочая) и конструкционные. Другими словами диффузионные машины для разделения изотопов приходится разрабатывать под определенную марку фильтра, как стрелковое оружие создается под определенный образец патрона. Поэтому, рассмотрев проблему фильтров, можно понять весь ход событий при создании промышленного производства.

В упомянутом «Отчете» Смита по поводу фильтра сказано то же самое, что и у Кикоина: *«материал перегородки должен иметь миллионы отверстий диаметра меньшего или равного 0,01 микрона (10 нм) и почти не содержать отверстий с диаметром, превышающим эту величину. Отверстия не должны увеличиваться или закупориваться в результате прямой коррозии или пыли, возникающей при коррозии где-нибудь в системе. Перегородка должна быть способна противостоять «напору» в одну атмосферу».*

У Смита прямо сказано: *«Основными трудностями явились разработка удовлетворительных перегородок (фильтров) и насосов. Требовались акры (гектары) перегородок и тысячи насосов. В общем, история разработки перегородки напоминает автору историю проблемы защиты урановых блоков в проекте по плутонию. В обоих случаях ... окончательное решение не было найдено до последней минуты»* [5]. В конце концов, участникам манхэттенского проекта такие фильтры сделать удалось. Хотя слова «нанотехнология» тогда еще не было, а технология уже появилась. Классический случай – изделие с заданным размером пор в 10 нм.

По крайней мере, из изложенного должно быть ясно, что урановую бомбу мы принялись *«делать по-своему»*, хотя и как у американцев. Закладываемые у нас в проект показатели первого завода оружейного урана, были раз в 10-100 хуже. Понижение давления - это переход к разбавленным средам: концентрация гексафторида урана в молях на литр уменьшается в 100 раз. В таком варианте во столько же раз снижается производительность единицы площади фильтра, возрастают габариты диффузионных машин, а также мощность, затрачиваемая на передвижение газа. К тому же *«условия хорошего вакуума»* можно обеспечить лишь сложной и дорогостоящей техникой. Есть и еще деталь – герметичность громадной системы, т.е. соединений узлов всех машин, коммуникаций, задвижек и прочая. Нарушение герметичности при избыточном давлении – плохо: потери в атмосферу, а для вакуума – это подсосы из атмосферы. Если рабочая среда активно реагирует с окружающим воздухом, как в случае гексафторида урана, то это уже совсем плохо. Остается сказать, что для первого газодиффузионного завода К-25 в Ок-Ридже построили самое большое на то время здание в мире, а подведенная к нему электрическая мощность была почти такой же, как у города Нью-Йорк. Можно ли себе представить что-нибудь даже в 10 раз больше?

На первом, организационном заседании Технического совета 27 августа решили: *«Рассмотреть на заседании Совета 6 сентября 1945 г. состояние научно-исследовательских и проектных работ, проводимых Лабораторией № 2<sup>§</sup> по получению минерального продукта способом механической обработки (докладчики тт. Кикоин И.К., Вознесенский И.Н., Соболев С.Л.). Поручить члену Совета т. Капице П. Л. детально ознакомиться с состоянием указанных работ и дать соображения о дальнейших научно-исследовательских и практических задачах в области разработки и осуществления способа механической обработки (газодиффузионного разделения, см. выше)»*.

Такая раскладка выглядит странной. «Доклад о способах промышленного получения тяжелой воды» был подготовлен М.О. Корнфельдом. Казалось бы, Капице, возглавившим комиссию по этой проблеме, и положено было бы выступить с содокладом. Вместо того, заслушав доклад, Совет поручает Первухину созвать еще одну комиссию по тяжелой воде с техническим уклоном. Основатель отечественной металлургии плутония А.А. Бочвар, видевший последующие события «изнутри», пишет, что Капица сам проявил интерес к обогащению урана и сразу стал сторонником создания атомного оружия на урановой основе. Если бы главные ресурсы были сосредоточены на этом направлении, разделительные фильтры были бы готовы на 3 года раньше, первую бомбу удалось бы взорвать к 1947-48гг. и серийное производство более простых по конструкции урановых бомб было бы начато сразу же после испытаний. Помимо гигантской экономии средств создание реакторов проходило бы без спешки и, очень вероятно, без крупных аварий и выбросов радиоактивности. [6]

К сожалению, о содержании содоклада Капицы нам ничего не известно, и здесь приходится делать прочерк.

---

<sup>§</sup> Потом Лаборатория №2 АН СССР будет названа для конспирации Лабораторией измерительных приборов АН СССР (ЛИПАН, 1956г.). Теперь это Российский научный центр «Курчатовский институт»

#### **4. Наколки т. Полякова**

***«Для этого надо поставить хорошо отобранных ученых ведущими и им полностью доверять. ... По этим вопросам у меня нет согласия с товарищами. Часто они не хотят со мной спорить, а на деле проводят мероприятия в секрете от меня».***

*Капица*

К началу развертывания нашего атомного проекта Лаборатория №2 уже имела некоторый задел по диффузионному разделению U-235/U-238. Еще в 1944г. по вызову Курчатова в Москву из Свердловска переехал Кикоин и стал заниматься этой проблемой. Здесь же Вознесенский и Соболев приступили к предварительным расчетам, а в Уральском филиале АН СССР начали готовить экспериментальные исследования. Что и как надо делать становилось ясно из разведанных: Курчатов привлекался для их оценки на предмет значимости и информативности, иногда к этой работе ему разрешали допускать Кикоина и др. ближайших сотрудников.

На заседании Техсовета 10 сентября 1945г. решили закончить рабочее проектирование и приступить к промышленному строительству завода, мощностью 100 граммов в сутки по 90%-му U-235 с тем, чтобы в конце 1947г. или не позднее начала 1948г. получить его в необходимых количествах. Были намечены и первоочередные задачи: изготовление и испытание первого опытного компрессора не позднее 1 ноября 1945г. и первой колонны в 15-30 компрессоров в I кв. 1946г.

Конструкция машин и компрессоров – это если не отдельная песня, то партия вторым голосом, так как определяется она в целом все-таки возможностями фильтра. Мы ее будем касаться лишь слегка, по необходимости. Для предметного рассмотрения надо все-таки иметь чертежи или эскизы перед глазами. Разработку и изготовление машин было поручено артиллерийскому заводу имени Сталина в г. Горький и Ленинградскому Кировскому заводу, там были созданы конструкторские отделы. Трудным узлом явилось уплотнение вала электродвигателя. В самом начале были предприняты попытки разработать машины с многосекционным компрессором, посадив крыльчатки на один вал, чтобы экономить на сальниках. Конструкция оказалась неработоспособной. Перешли на одноступенчатые с экранированным, встроенным двигателем. Так подшипники попали в агрессивную среду.

На заседании Инженерно-технического совета 13 февраля 1946г. было заслушано сообщение Малышева и Кикоина «Об изготовлении сеток к турбокомпрессорам». Решили:

***«Принять предложение т. Кикоина И.К. об укомплектовании турбокомпрессоров, изготавливаемых для завода № 813, сеткой из медной фольги с отверстиями до (...) и живым сечением (...), проверенной в лабораторных условиях, изготовленной по методу и на станке т. Полякова. (Речь идет о станке-автомате для производства фильтров путем механического прокалывания фольги, конкретные размеры в цитированном источнике отсутствуют, авт.). Сетка для опытных 6 шт. турбокомпрессоров, изготавливаемых артиллерийским заводом им. Сталина и Кировским заводом, будет изготовлена Лабораторией АН ..., для чего в конце февраля с.г. в Лаборатории № 2 АН будут пущены заканчивающиеся в настоящее время изготовлением 10 шт. станков конструкции т. Полякова.***

***Рекомендовать Первому главному управлению при СНК СССР заказать в первую очередь 100 шт. станков указанной конструкции для изготовления сеток по методу Полякова с установкой их на заводе № 48. Считать целесообразным разработку усовершенствованной конструкции станка системы Полякова силами специалистов Наркомминвооружения.***

***Просить Специальный комитет выдать т. Полякову премию в размере 25 тыс. руб. Признать необходимым, установить премии (в размере до 250 тыс. руб.) за***

***разработку в ближайшие 2-3 месяца новых образцов сеток, технологии производства и оборудования для их изготовления».***

Не трудно сообразить, что в скобках в одном случае надо подставить из доклада Кикоина значение 5 мкм. Ну, как же так? Вместо того, чтобы разрабатывать нанофильтры, обязали оружейные заводы делать сита для молекул UF<sub>6</sub>, накалывая фольгу, а за это еще и премию получить. Если мы не можем «*делать по-своему*» лучше, чем американцы, так уж лучше сделать по-американски как надо. Тут, как говорится, и разведанные в руки.

Правда, «там они» тоже работали с медными сетками. Инициатором использования газодиффузионного метода для получения оружейного урана был Франц Саймон. Он так же как Капица был известен работами по криогенной тематике. В 1934г., как и многие другие, вынужден был покинуть Гитлеровскую Германию, перебрался в Англию и получил место в известной Кларендонской лаборатории, в Оксфорде. После начала войны с Германией прежняя тематика свернулась, и Саймон примкнул к атомному проекту «Тьюб аллойз», отправив семью в Канаду, подальше от бомбежек.[7]

Чтобы побыстрее разобраться в новом деле, первые импровизированные эксперименты были выполнены с кухонным ситом госпожи Саймон и кипящим раствором соды. Зависимость эффективности разделения мембраны от среднего свободного пробега молекул оценили с помощью тонкой медной сетки, сворачивая ее так, чтобы размеры пор составляли порядка 10 мкм. Для простоты анализа модельной смесью продолжала служить система CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O. Таким образом и выяснилось, что при кнудсеновском режиме диффузии, когда длина свободного пробега молекул больше размера пор, коэффициент разделения несколько повышается. Длилось такая работа очень не долго. Эксперименты вышли на стадию пилотных установок в концерне Ай-Си-Ай, три из которых разместились на заводе в местечке на севере Уэльса с непроизносимым валлийским названием Рхыдымвын (*транслит. Rhydymwyn*), означающим «рудный ручей». Местечко еще известно и тем, что здесь производился иприт, большой запас которого хранили в подземных складах.

Англичане М. Клафам и С. Смит разработали технологию производства фильтров путем осаждения металлических пленок на матрицу, получаемую полиграфической техникой. Выходит, Фукс зря старался. Мы принялись строить гигантский завод, на котором эффективно можно было разделять только углекислый газ от водяных паров.

### **5. Алло, мы ищем фильтры!**

***«Товарищ Ванников и другие из Техсовета мне напоминают того гражданина из анекдота, который, не веря врачам, пил в Эссендуках все минеральные воды подряд в надежде, что одна из них поможет». Капица***

В январе 1946г. было решено провести конкурс по фильтрам. Стали готовить условия конкурса: размер премий, порядок тестирования и технические требования к фильтрам. Предложение принять участие в этом секретном конкурсе получили 15 организаций. В Техническом совете также собирались провести конкурсы на получение мощных источников ионов продуктов А-9 (урана) и 180 (тяжелой воды), но вроде бы, все ограничилось конкурсом на разработку фильтров. Об итогах конкурса, подведенных к ноябрю 1946г., можно судить по обзорному «Отчету Курчатова на имя Сталина» [8]. Они показали, что технического чуда не случилось - готовых нанофильтров ни у кого не нашлось.

Главным положительным результатом смотря можно считать отказ от клепки сит и приспособлений для этого на оборонных заводах. Сетки из фольги, разработанные Лабораторией №2 АН СССР и получаемые механическим прокалыванием фольги на специальных автоматах, характеризовались здесь уже как вынужденное решение на то время, когда не было иных доступных методов. Это открыло путь давно запоздалому

освоению подобающей технологии. По размеру пор требования к фильтрам ужесточились, но не принципиально – с 5 до 1 *мкм*. Потрачено столько времени и такой результат! Неужели для этого надо было проводить, как сейчас сговорят, «шоу»? Все можно было решать и в рабочем порядке, ведь знали же, кому направлять приглашения по секретной почте.

Если покопаться в рассекреченных материалах, то можно увидеть, что на самом деле так оно и было. Для примера ниже приводится выборка мест из распоряжения Совмина, касающихся плоских металлокерамических никелевых фильтров. [9] Впоследствии они были установлены на диффузионных машинах первого завода Д-1. Фильтры прессовали в виде пластины, котирую прокаливали при температуре около 1000°C в атмосфере водорода. Сходные результаты по эффективности разделения были получены на спрессованных микроволоконных фильтрах, получивших впоследствии название фильтров Петрянова – ФП. Прессованный ФП можно представить как аналог фильтра, спеченного из порошка никеля. Если размер зерен и волокон одинаков, соответственно, и зазоры между ними, т.е. размер пор, в фильтрах будут соизмеримы. Однако, стойкость перхлорвиниловых микроволокон к воздействию гексафторида урана оказалась недостаточной. Обработка фтором или хлором их стойкость не увеличивала. Позже фильтры Петрянова нашли широкое применение в атомном проекте для анализа и защиты от радиоактивных аэрозолей. [10, 11]

В приведенной копии Распоряжения Совмина мы не стали демонстрировать предписания различным организациям и ведомствам типа ОГИЗ, НИИПолиграф, Свердловской полиграфической фабрике, Министерству судостроительной промышленности и пр. в *n*-дневные сроки поставить, обеспечить, командировать и т.д., а Уральскому индустриальному институту Министерства высшего образования изготовить фотогальваническим методом и поставить к 25 сентября 1946г. такую же партию фильтров в количестве 20 м<sup>2</sup>. Судя по всему, этому институту доверили воспроизвести английскую технологию, добытую в свое время агентурой.

Ничего из этого не вышло. Кроме металлокерамики техническим требованиям отвечал еще лишь образец Института общей и неорганической химии АН СССР (ИОНХ). Это была латунная фольга, из которой, наподобие приготовления скелетных катализаторов, кипящей соляной кислотой вытравлялся цинк. В производство такие фильтры не пошли, но случилось так, что о них узнали в ЦРУ, правда, с опозданием. Судя по рассекреченным материалам, это был их первый успех в части технической разведки [12]. Собранные до этого сведения носили общий характер: количество урановой руды, которая стала вывозиться в СССР из Восточной Германии и Чехословакии, отрывочные сведения о специалистах, объектах и их географии. Немецкие специалисты невольно оказали помощь американской разведке. Перехват их писем в Восточную Германию и анализ адресов позволил ЦРУ раскрыть в Берлине нескольких наших агентов-посредников. По переписке стало ясно, что производством урана занимаются у нас в г. Электросталь (Н. Риль), а наукой – на Черноморском побережье.

В 1949 г. ЦРУ занялось русским невозвращенцем в СССР, в материалах он проходил под кличкой "Гонг". Оказался, что два года назад он работал научным сотрудником у проф. Д.А. Петрова в ИОНХ'е (Институт общей и неорганической химии АН СССР), как раз по секретной проблеме фильтров. За создание фильтра, как он сказал, была объявлена премия в 100 000 руб. От Гонга также были получены и общие сведения по атомной тематике. Удостовериться в правильности показаний Гонга аналитикам ЦРУ помогла статья Петрова с соавторами в «Докладах АН СССР». [13]

Работа по скелетным катализаторам имела фундаментальную направленность. В ней монокристалл интерметаллида  $\text{CuAl}_2$ , протравливали спиртовым раствором  $\text{NaOH}$ . Было показано, что подобно никелю в катализаторах Ренея, при выщелачивании происходит рекристаллизация меди с образованием поликристаллического конгломерата, а не аморфной губки. Величина микрочастиц меди составила 10 – 100 *мкм* с зазором

между ними порядка 1 мкм. Результаты статьи интересны для практики, но в паре с информацией от Гонга они приобрели дополнительный смысл.

Распоряжение СМ СССР № 9878-рс  
об изготовлении специальных никелевых фильтров

г. Москва, Кремль

15 августа 1946г.  
Сов. секретно  
(Особая папка)

1. Обязать Министерство цветной металлургии (т. Ломако) и Московский комбинат твердых сплавов (т. Андрюшина) изготовить и поставить в месячный срок Первому главному управлению при Совете Министров СССР по техническим условиям Лаборатории № 2 Академии наук СССР (т. Кикоина) опытные партии специальных никелевых фильтров в количестве 20 м<sup>2</sup>, изготовленные разными методами.

3, Обязать Министерство химической промышленности (т. Первухина) поставить в 12-дневный срок комбинату твердых сплавов Министерства цветной металлургии щавеливокислый никель в количестве 150 кг.

4, Обязать Министерство цветной металлургии (т. Ломако) в 5-дневный срок поставить:  
а) Министерству химической промышленности для изготовления щавеливокислого никеля электролитический никель марки Н-1 в количестве 500 кг;

11, Обязать Лаборатории № 2 Академии наук СССР (т. Кикоина) в 10-дневный срок выдать комбинату твердых сплавов Министерства цветной металлургии и заводу № 710 Министерства вооружения чертежи установки для проверки фильтров на проницаемость.

12, Обязать Министерства вооружения (т. Устинова) и Министерство цветной металлургии (т. Ломако) в 10-дневный срок разработать и согласовать с Лабораторией № 2 Академии наук СССР (т. Кикоиным) технические условия на изготовление специальных фильтров.

14, В частичное изменение Постановления Совета Министров СССР от 9 апреля 1946г. № 793-315сс разрешить Министерству вооружения ограничить изготовление станков-автоматов для производства фильтров в количестве 175 шт.

Обязать Министерства вооружения (т. Устинова) и завод № 710 (т. Кошкина) изготовить и поставить в августе-сентябре 1946г. Первому главному управлению при Совете Министров СССР фильтры в количестве 100 м<sup>2</sup> по техническим условиям Лаборатории № 2 АН СССР (т. Кикоина).

Зам. Председателя Совета Министров Союза ССР Л. Берия

Среди участников конкурса значились также институты «А» и «Г», только что организованные в окрестностях Сухуми для немецких специалистов, привлеченных к участию в атомном проекте СССР. Институты возглавили: М. фон Арденне и Нобелевский лауреат Густав Герц<sup>\*\*</sup>. Коды институтов отвечали начальным буквам фамилий их директоров, но для других «немецких» институтов «В» и «Г» такого

<sup>\*\*</sup> Густав Герц - племянник Генриха Герца, в честь которого названа единица частоты. Известность Густаву Герцу принесло исследование неупругого столкновения электронов в газе, совместно с Дж. Франком. он получил Нобелевскую премию в 1925 г.

совпадения не было. Любопытно, до этого в Германии было перепробовано до семи различных способов разделения изотопов урана, но никто не заинтересовался газодиффузионным методом, запатентованным Герцем для разделения газовых смесей еще в начале 1920-ых годов, когда он работал на ламповом заводе в Нидерландах. [14] Задела у них и не могло быть. Переоборудование сухумских санаториев под лаборатории в 1946г. еще продолжалось, поэтому говорить здесь о немецких фильтрах рано. На конкурс были представлены поисковые работы.

В «Отчете Курчатова Сталину» сведений о премиях по итогам конкурса нет. Программа производства оружейного урана явно стала растягиваться по времени. Менее чем за год до первоначально намеченного срока пуска производства (сентябрь 1947г.) в Лаборатории №2 АН СССР, которая постепенно превратилась в головной отраслевой институт ПГУ при Совмине, только приступали к испытанию опытных образцов диффузионных машин. Первая очередь Д-1 комбината №813, была рассчитана на суммарный выпуск 140 граммов 92-93 %-ного урана-235 в сутки на 2-х идентичных по мощности каскадах из 3100 ступеней разделения. Изготовление оборудования закреплялось по каскадам раздельно за Горьковским и Ленинградским заводами. Под производство отводился недостроенный авиационный завод №261 в поселке Верх-Нейвинск-2, что в 60 км от Свердловска. Он и превратился в Свердловск-44.

## Литература

1. Капица П.Л. Письма о науке. Московский рабочий М.: 1989, 400с.
2. Рябев Л.Д., общ. ред. «Атомный проект СССР» Документы и материалы. Том II Атомная бомба, 1945-1954, Книга 4, Наука, Москва - Саров: 2003, 815с.  
<http://ru.dleex.com/read/9546>
3. Холловэй Дэвид, «Сталин и бомба. Советский Союз и атомная энергия 1939 – 1956 гг.», Новосибирск:1997 г. (Главы из книги  
[http://hirosima.scepsis.ru/library/lib\\_52.html](http://hirosima.scepsis.ru/library/lib_52.html) )
4. Круглов А.К. «Как создавалась атомная промышленность в СССР», М.: 1995,380с.  
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/K/KRUGLOV\\_Arkadiy\\_Konstantinovich/Kruglov\\_A.\\_K..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/K/KRUGLOV_Arkadiy_Konstantinovich/Kruglov_A._K..html)
5. Смит Г.Д. «Атомная энергия для военных целей. Официальный отчет о разработке атомной бомбы под наблюдением правительства США», М.: 1946  
<http://ru.wikisource.org/wiki/>
6. Бочвар А.А. «К истории создания атомного оружия СССР».  
[http://www.pseudology.org/science/Bochvar\\_AA.htm](http://www.pseudology.org/science/Bochvar_AA.htm)
7. Kurti N. “Franz Eugen Simon. 1893-1956”, Biogr. Mem. Fell. R. Soc. 1958 4, 224-256  
<http://rsbm.royalsocietypublishing.org/>

8. Отчет И.В. Курчатова, Б.Л. Ванникова и М.Г. Первухина на имя И.В. Сталина о состоянии работ по проблеме использования атомной энергии за 1945-1946 годы (23 декабря 1946 г.)  
[http://www.rosatom.info/common/img/uploaded/files/museum-documents/03-Documents\\_Stalinu/06-Otchet\\_Kurchatova\\_i\\_dr-23-12-46.pdf](http://www.rosatom.info/common/img/uploaded/files/museum-documents/03-Documents_Stalinu/06-Otchet_Kurchatova_i_dr-23-12-46.pdf)
9. Рябев Л.Д., общ. ред. «Атомный проект СССР» Документы и материалы Том II Атомная бомба ,1945-1954. Книга 2, Наука, Москва - Саров: 2000, 640с.  
<http://ru.dleex.com/details/?9545>
10. Садовский А.С., Товмаш А.В. «Плутониевый пневмосклероз глазами химика (история и причины профзаболевания)», часть 1 и 2, Электронный журнал "Исследовано в России", 10, 1725-1734, 1735-1743, 2007  
<http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/151.pdf>  
<http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/150.pdf>
11. Товмаш А.В. Садовский А.С., «Электроспиннинг – это что-то новенькое?», Химия и Жизнь, 2008, №11 , 22.
12. Садовский Б.Ф. «50 Лет поисков и свершений. Развитие работ в лаборатории аэрозолей академика И.В. Петрянова. Вторая половина XX века».  
<http://www.nifhi.ru/docs/Petryanov.pdf>
13. Lowenhaupt Henry S., “On the soviet nuclear scent”  
[https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/fall00/ch4\\_Soviet\\_Nuclear\\_Scent.pdf](https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/fall00/ch4_Soviet_Nuclear_Scent.pdf)
14. Петров Д.А., Л.М. Кефели и С.Л. Лельчук. «Исследование структуры медного скелетного катализатора» в журнале «Доклады АН СССР»,1947, том 57, №6, 579.
15. Ирвинг Дэвид. «Атомная бомба Адольфа Гитлера», 2006, 432с.  
<http://www.ozon.ru/context/detail/id/2787005/#>