

История оружейного урана на фоне конфликта Капицы. (Часть 2)

Садовский А.С. (asadovsky@rambler.ru), Товмаш А.В.

НИФХИ им. Л.Я. Карпова

6. Чужой опыт

«Но если стремиться к быстрому успеху, то всегда путь к победе будет связан с риском и с концентрацией удара главных сил по весьма ограниченному и хорошо выбранному направлению».
Капица

Приверженность коммунистической идеи была причиной того, что Клаус Фукс с конца 1941г., еще в бытность участником английского атомного проекта «Тьюб аллойз» (кодовое название "Сплавы для труб") стал передавать советской военной разведке бесценные секреты. От него шли часто «живые», т.е. собственные данные по газодиффузионному разделению урана. В Англии он по приглашению Р. Пайерлса непосредственно этим и занимался. После закрытия проекта «Тьюб аллойз» они оба в числе 28-ми ведущих специалистов были откомандированы в США для участия в Манхэттенском проекте. Сразу же в середине 1943г. Фукс попал в Колумбийский университет (Нью-Йорк), где ему пришлось в деталях ознакомиться с производством U-235, создаваемым на заводе K-25 в Ок-Ридже. Строительство громадного здания шло полным ходом, а фильтры нужного качества никак не получались. Университет предложил две технологии трубчатых никелевых фильтров, получаемых электрохимическим методом (Norris-Adler или N-A фильтры) и прессованием порошка (металлокерамика). Над ними билось порядка 700 специалистов, относящихся к курируемому Г. Юри Колумбийскому университету, и еще несколько сот служащих фирмы «Келлекс», от которой в кодовое название завода и перешла литера «К». Кризис становился все очевиднее. Руководитель «Келлекса», придумал для этих фильтров обидное сравнение с мужской крайней плотью и предлагал желающим раздавить трубку о край стола, что, наверно, совсем не трудно было сделать. Наконец, глава корпорации «Хоудаилл Хэрш», которая подрядилась производить фильтры и уже начала строить завод в Декейтере, не выдержал. Позвонив генералу Л. Гровсу прямо на Рождество 1943г., заявил, что он не в состоянии реализовать технологию Норрис-Адлер и обеспечить выпуск продукции. Все ожидали крупного разноса. Однако, в январе 1944г. Гровс собрал совещание в Декейтере и обнародовал свое рискованное решение - приостановить оснащение завода K-25, так как он уже вкладывает деньги в очередной запасной вариант. [1] Первым была установка Y-12, «неработающая» по магнитно-динамическому методу (на то время). В военное время возникает дефицита меди. На обмотки электромагнитов пошло вместо меди несколько тысяч тонн серебра, которое Гровсу удалось получить в займы из казначейства. Теперь он начал строительство третьей установки S-50 по жидкофазному термодиффузионному методу разделения. Метод малоэффективный, но наиболее простой в аппаратном оформлении.

Обо всех трудностях строительства K-25 Фукс имел полное представление и наверняка информировал об этом НКВД. Реализуемая здесь схема и сами фильтры существенно отличались от английского варианта, но американцы готовы были обсуждать с прикомандированными коллегами любые замечания и предложения. Выход из

положения был найден сотрудником «Келлекс» К. Джонсоном в виде гибрида двух способов, т.е. сочетание прессования никеля с электрохимической обработкой. Предложение было реализовано позже, после возобновления работ на К-25. Фукса уже перевели в Лос-Аламоскую группу, разрабатывающую новый имплозионный принцип атомного взрыва «вовнутрь». О деталях с фильтрами он мог и не знать и, соответственно, не проинформировать НКВД, но оставались же и другие информаторы.

Для американцев не было худа без добра. Во время затишья в строительстве им удалось создать на фирме «Аллис-Чалмерс» специальные компрессоры с особым уплотнения вала, а сотрудники «Крайслера» сумели разработать технологию никелирования «Х-100», это покрытие было непроницаемо для UF_6 . Весь персонал успели приучить к работе на «медицинском» уровне, т.е. чистота деталей была такой же, как у хирургического инструмента. Все было доведено до блеска. К газодиффузионному методу вернулись, когда уже была страховка – заработали заводы Y-12 и S-50.

Гексафторуран в систему К-25 был пущен в конце января 1945г., а продукт на выходе из каскада появился только через месяц. На снаряжения первой бомбы «Малыш» пошло 46 кг урана в пересчете на 80% U-235, который был получен на калютронах Y-12, а газодиффузионный U-235 мог служить лишь сырьем для них. Трудность разработки Y-12 отличалась от К-25 тем, что здесь надо было сразу сооружать гигантский агрегат – многоэтажный масс-спектрограф. Даже располагая лучшим в мире научно-техническим потенциалом и приступая к строительству небольшой поначалу установки Y-12, руководство проекта еще на успех не рассчитывало. Для газодиффузионного завода К-25 надо было разработать совсем небольшую по таким меркам машину, а потом ее растиражировать в нескольких вариантах. Хотя из них требуется собрать громадный каскад, эта задача воспринималась более простой.



Рис. 1 . Здание завода К-25 имеет U-образную форму. Так выглядела западная половина в 1945г., длиной около 1 мили

<http://www.photographserved.com/Gallery/Slouching-towards-Bethlehem-/56780>

В 1945г. наработка урана-235 в Ок-Ридже отвечала схеме (в скобках содержание U-235): природное сырье (0, 7%) → термодиффузия, S-50 (0,86%) → газовая диффузия, К-25 (7,0%) → альфа-калютроны, Y-12 (15%) → бета-калютроны, Y-12 (90%) → бомба.

Опыт Манхэттенского проекта у нас постарались учесть. Электромагнитный метод стали усиленно развивать. Руководителем направления был назначен Л.А. Арцимович; к работе также подключили фон Арденне.

7. Разные хроники

«У нас ситуация дикая - у нас оркестр, а дирижер не знает нот. Я ...заранее предполагал, во что оно (дело, которым занимается Спецкомитет) у нас выродится. ... Надо наладить научное приборостроение и получение реактивов ... Надо поднять наше высшее образование, вузы, университеты, готовить молодежь для науки».
Капица

В официальной хронологии основных событий в атомной отрасли СССР значится: **«1948г. Декабрь. На комбинате №813 получена пробная партия высокообогащенного урана (75% изотопа уран-235).**

Конец года. Введен в эксплуатацию завод № 418 по электромагнитному разделению изотопов.

1949г. Июнь. На комбинате № 813 получена промышленная партия высокообогащенного урана (75% изотопа уран-235)». [2]

За этим скрывается то, что спустя 2 года от старта у нас, как и в Манхэттенском проекте, началась полоса кризиса – проблема фильтров, насосов и урановых блоков. Наш кризис сопровождался громадными материальными потерями, а в Челябинске-40 к тому же облучением почти всего персонала, занятого на реакторе и в производстве плутония. [3] Официальная хроника, конечно, красивей рабочей. Однако и в последней, заметны различия. Состояние работ на заводе № 813 выглядит куда благополучнее по «Отчету И.К. Кикоина» от 9 августа 1948 г., чем по его же «Докладной записке» от 2 июля 1948 г. За месяц такое грандиозное дело, конечно, не могло исправиться, за этим кроется что-то другое. Отставание от первого оптимистического срока уже составляло год. Обстановка, как и в Манхэттенском проекте, естественно, обострилась. Нервы не выдержали у Кикоина. После очередного вызова на «ковер» к Ванникову, Кикоин написал ему рапорт. Выдержка цитирована по В.С. Губареву, его отзыв о начальнике ПГУ расходится с приведенным ранее - на совещании Ванников, «отличавшийся резкостью и бесцеремонностью, обрушился на научного руководителя И.К. Кикоина со всеми возможными обвинениями. По мнению присутствующих, именно он виновен в задержке пуска предприятия». [4]

Далее выдержка из рапорта Кикоина: **«Итак... выяснилось следующее:**

- 1. И.К. Кикоин лишён доверия руководителя проблемами атомной энергии.**
- 2. Умственные способности И.К. Кикоина весьма ограничены и вклад этих способностей в порученное ему дело недостаточен**
- 3. И.К. Кикоин совершает подлости.**

При таких обстоятельствах само собой напрашивается единственно возможный организационный вывод, который по Вашему представлению несомненно будет сделан — об отстранении указанного И.К. Кикоина от ответственного поста, который он занимает и который он дальше, очевидно, занимать не должен...»

Конфликт стал разрастаться. Кикоин, по совету Курчатова, обратился к Берии. Шеф все уладил и взял Кикоина под защиту.

«Неизвестно, принимал ли он (Берия) учёного, советовался ли с Курчатовым или кем-то другим — в архивах таких свидетельств нет, но атмосфера вокруг Кикоина резко изменилась: никто теперь не смел разговаривать с ним грубо, резко и оскорбительно. Никто, кроме Берии.» [4]

Возможно, изменился и тон отчетов самого Кикоина. Из них мы начнем знакомиться с более ранним и более резким (в сокращении) [5]:

«Товарищу Берия Л.П.

Докладываю Вам о ходе монтажно-пусковых работ на заводе по состоянию на 1 июля с.г. Ниже привожу обзор основных причин, обусловивших, по моему мнению, задержку в пуске первой очереди.

Я здесь не касаюсь причин срыва правительственных сроков строительством по недостаточной компетентности моей в этих вопросах ... существенная задержка происходила и происходит из-за отсутствия достаточного количества стеклянных манометров, которые обязался подготовить завод. Кроме того, считаю необходимым обратить внимание, что работы по обеспечению вакуумной герметичности до сих пор производятся кустарным способом, по наблюдению натекания воздуха с помощью стеклянных манометров. На эти работы тратится около 80 % времени, потребного на все монтажные работы. Для существенного сокращения времени на герметизацию машин совершенно необходимо иметь на заводе масс-спектрометрические течеискатели и достаточное количество гелия. Три таких течеискателя, разработанных и изготовленных Лабораторией № 2 АН СССР, находятся на заводе. Размещение же заказа на эти течеискатели в промышленности (требуется около 200 течеискателей), равно как и поставка гелия для них, недопустимо затягивается, несмотря на имеющиеся по этому вопросу решения Правительства. Отсутствие течеискателей может явиться сильным тормозом для дальнейшего развертывания монтажа диффузионного завода.*

Одной из очень существенных причин задержки в пуске каскадов является наличие грубых технических дефектов в электротехническом хозяйстве завода, как связанных с ошибками в рабочем проекте, так и с качеством монтируемого оборудования. В бытность свою здесь, 6.VI с.г., тов. Б.Л. Ванников подписал телеграфное распоряжение директору ГСПИ 11 направить на завод двух ответственных электриков-проектантов. Это распоряжение и сегодня, 10 июля, не выполнено. В результате такой проверки свыше тысячи уже смонтированных машин было выявлено около 15 % бракованных делителей, была даже обнаружена одна машина, смонтированная вообще без делителя (фильтра)! В нескольких делителях уже смонтированных машин мы обнаружили посторонние предметы (кусочек резиновой перчатки, стружки от карандаша, капли масла), которые, разумеется, совершенно недопустимы по соображениям коррозии. Формально приказ об организации ОТК директором завода издан еще в начале июня с.г., фактически этого отдела не существует по сей день. Благодаря этим же организационным неполадкам мы имели много случаев аварийной остановки всего действующего оборудования. Так, например, только в июне месяце шесть раз происходили остановки всех машин продолжительностью от 1 часа до 45 часов, связанные либо с неисправностью электрического хозяйства, либо с перебоями водоснабжения.

До сих пор вопрос о наборе инженерных кадров для основного производства не решен. Даже решение Правительства от мая с.г. о направлении на завод 813 двадцати молодых специалистов, окончивших в этом году инженерно-физический факультет Московского механического ин-та, не выполнено. (Эти специалисты прошли специальную подготовку под нашим руководством.)...

До устранения хотя бы этих причин не может быть обеспечен необходимый перелом в темпах работ по пуску завода».

* Была и другая практика «Вакуумные работы проводились самым примитивным образом — путем создания в оборудовании избыточного давления воздуха и обмыливания предполагаемых неплотных участков оборудования. По образованию мыльных пузырей судили о неплотности оборудования». [6]

А вот выдержка из полуоптимистической заключительной части августовского отчета: **«В настоящее время можно считать успешно решенными почти все основные задачи, связанные с промышленным осуществлением диффузионного метода разделения изотопов урана, и достаточно ясны недостатки проекта завода 813. В частности, крупным недостатком основного оборудования является все еще недостаточная химическая стойкость против шестифтористого урана, вследствие чего потери уже обогащенного продукта могут быть раза в 3 больше, чем нам хотелось ... По-видимому, при массовом изготовлении большого числа машин трудно обеспечить необходимую скрупулезную чистоту, которая одна лишь спасает от лишних потерь продукта. Поэтому первое время при эксплуатации завода, возможно, что потери продукта будут повышенными, что приведет к уменьшению производительности, может быть, на 30-35 %. Правда, потери эти не являются невозвратимыми, ибо весь «потерянный» продукт оседает тут и накапливается внутри самой машины и при первом же ремонте машины может быть из нее извлечен.**

Строящийся завод 813 является весьма маломощным по количеству выдаваемого продукта. По имеющимся у нас данным, он в 10-12 раз меньше американского завода K-25, построенного в 1945 году. Двухлетний опыт экспериментальной и теоретической работы над проблемой диффузионного метода разделения изотопов урана, а также опыт, накопленный нашей промышленностью, позволяют уверенно приступить к проектированию завода в 10 раз большей производительности ...»

К концу года весь завод все-таки пускать пришлось: план. Это делали в пять этапов. Начинали с «конца», подавая гексафторид урана не на вход схемы, а в укрепляющую часть: **«Пуск начинается с малых машин, которые впоследствии окажутся концевыми. По мере вступления в строй каждой новой очереди будет расти концентрация урана-235 в отбираемом продукте».** [5]

Продукта, однако, не получили. Пуск окончился провалом, масштаб которого явно не предвидели - просто шок: обе громадные схемы были приведены в негодность. Тому было две причины.

- Первая - была выбрана слишком плотная посадка в шарикоподшипниках – в вакууме из-за перегрева их клинило. Пришлось на ходу менять подшипники на 5500 машинах, разбирая встроенные двигатели.
- Вторая – коррозия. В местах подсоса за счет попадания влаги воздуха происходил гидролиз UF_6 , вызывающий сильную коррозию, измеряемую просто потерей продукта. Это особенно сказывалось в укрепляющей части схемы, где граммы продукта – гексафторида урана почти нацело разлагались и оседали на стенках. Внутренность всей системы покрылась мелким зеленоватым налетом соединений тетрафторида урана.

К самим же фильтрам претензий не было, до этого дело просто не дошло. Видно, что хроника сильно приукрашена. В такой ситуации, навряд ли, можно было предъявить вообще какой-либо продукт.

8. Кефирштадт

«Товарища Берия мало заботит репутация наших ученых (твое, дескать, дело изобретать, исследовать, а зачем тебе репутация)». Капица

Безысходность ситуации толкнула руководство на изменение «режима», не технологического, а режима секретности - на объект были доставлены «умные немцы». Когда они подписывали контракты на 10 лет сразу же после нашей Победы весной 1945г.,

еще не было атомного проекта, не возникал вопрос о работе над бомбой и о соответствующих подписках о неразглашении. Впоследствии решили, что к секретам их допустить можно - только по вопросам делящихся материалов, а сведения о мощности производств, начиная с полупромышленных, для них должны быть закрыты. Исключение уже было и раньше (Н. Риль), теперь это пришлось делать для Герца, Тиссена и Г. Барвиха. Здесь на объекте побывают также Ю. Мюлленфордт и В. Шютце.

Немцы могли сообразить, сколько граммов U-235 может дать такая махина как №813, собственно, для этого их сюда и привезли. А вот где же она находится, знать им было не положено. Смена за окном кипарисов на ели ассоциировалась по каким-то причинам с заменой напитков, подаваемых к столу. Таежный поселок они окрестили «Кефирштадтом» ("Kefirstadt") [7,8]. Возможно, они поначалу даже решили, что это Сибирь. По преданиям, в институте «А» особист майор Михаил (Миша) для пользы дела любил пугать немцев ссылкой в Сибирь на исправление, если те будут плохо работать [9]. К тому же и Сталин зачем-то подарил фон Арденне соболью шубу.

В Кефирштадте Герц и Барвих, как и Соболев, решали, очевидно, известную со школы задачу, но с такими условиями: по трубе 1 подается сырье в каскад, по трубе 2 отводится поток в отвал. Спрашивается – до какого уровня в каждой из 3100 ступеней разделения надо снизить коррозионные потери, чтобы на выходе в трубе 3 появился продукт (см. первую часть, рис. 1). Помощник Барвиха, бывший член-кор. и «зэка» Ю.А. Крутков, вроде бы оставался в Сухуми. А заведующий лабораторией коррозии В.А. Каржавин, попавший после Магаданской и Норильской в привилегированную шарашку «А», приезжал сюда скорей всего, как в Свердловск-44. Для подавления коррозии, он вместе с Тиссеном предложил пассивировать поверхность деталей и узлов предварительным прогревом во фтор-воздушной смеси. Предложение было одобрено специально созданной комиссией по коррозии, возглавляемой А.Н. Фрумкиным. Эта была, конечно, полумера. Далее предстояла громадная работа по изменению конструкции машин, поиску способа газоплотного никелирования и противокоррозионного покрытия рабочих поверхностей и пр.

В начале 1949г. в Кефирштадте начался аврал. Первухин провел здесь безвыездно три месяца. Пришлось менять двигатели в 5000 машинах. Были ужесточены нормы приемки и контроля отремонтированного и вновь изготовленного оборудования. Директора или представители заводов-изготовителей постоянно присутствовали на площадке. На самом же деле в кратчайшие сроки была осуществлена полная реконструкция всего производства. Легче было бы сделать новое, да не из чего. Абсолютно все пришлось разбирать, выскрести *«потерянный продукт»*, чистить, промывать от радиоактивной пыли, драить и шлифовать до блеска. Схема стала более «треугольной» (см. первую часть, рис. 2). Пуски и вынужденные остановки подтвердили теорию - время достижения стационарного режима и, соответственно, стабильной концентрации U-235 на выходе из системы составляет для такого объема порядка **п о л у г о д а** ! Поэтому испорченные машины ОК-7 (896 шт.) были заменены на менее габаритные и менее мощные ОК-6 (1 696 шт.). Впоследствии по предложению Н.М. Синева, бывшего в тот период начальником техотдела завода, на самом выходе были установлены переделанные минимашинки ОК-6. Упомянутые машинки одноступенчатые, как и установленные в Ок-Ридже (ОК с этим не связано, тогда и до 1954г. их называли ЛБ – Лаврентий Берия).

Осенью 1949г., как обычно, в своем салон-вагоне на завод приехал Берия, там же были Ванников, Первухин, Курчатов и др. Об этом событии можно найти различающиеся воспоминания, что в мемуарном жанре не редкость. Берия провела по цеху, в числе сопровождавших был и будущий директор завода И.Д. Морохов, с его слов история и записана. [10] В конце спохватились, Л.Б. оставил пальто при входе, пришлось послать машину, так как длина здания составляла порядка километра. Покидая прерванное совещание, он предупредил:

«Даю вам срок три месяца, чтобы все закончить, но если вы не обеспечите за это время все, что от вас требуется, пеняйте на себя, а я заранее предупреждаю – готовьте сухари».

Сухари никому сушить не пришлось ни в Челябинске-40, ни в Свердловске-44. Приезды «дирижера» на объекты обычно сопровождалась лишь перестановкой руководящих кадров на местах. Капица оказался прав. Кого уж тут винить? Оркестранты играли, как могли.

Тогда в 1949г. в Свердловске-44 сначала получили лишь 4,2 кг урана (соль «кремнила-6») с 30%-ой концентрацией U-235, уже в октябре его передали соседям в Свердловск-45, где под руководством Арцимовича был пущен калютрон. Окончательное концентрирование проводилось, как и в Ок-Ридже, электромагнитным методом. Соболев одобрил инициативу заводчан на «циклическую» работу Д-1 с повторным прогоном продукта, при котором удалось повысить содержание U-235 до 75%. На несовершенном оборудовании первой очереди у нас пришлось выжимать значительно большее содержание нужного изотопа, чем это потребовалось американцам в 1945г. на К-25.

9. Мастер-класс

«Часто причина неиспользования новаторства в том, что обычно мы недооценивали свое и переоценивали иностранное...» Капица

Как и в Манхэттенском проекте у нас был свой «русский алсос» - вывоз «мозгов» с оккупированных территорий. В отличие от американцев мы, по бедности, их вывозили вместе с «железом». Этим Берия поручил заняться Курчатову и своему заму А.П. Завенягину. Всего в атомном проекте по контрактам работало порядка 300 немцев, не считая небольшой группы специалистов, занятых созданием производства тяжелой воды. Их привезли принудительно по другой программе «Осоавиахим». Немного было отобрано из лагерей военнопленных. Были и спецпереселенцы, которые вместе со стройбатавцами и заключенными работали на стройках проекта. По контрактам работа немецких специалистов хорошо оплачивалась, её и дальше курировал Завенягин.

Можно считать, что Тиссен, Герц и Арденне приехали в СССР по своей инициативе, у каждого были свои мотивы. К фашистам у Герца имелись понятные претензии. Из-за примеси еврейской крови, ему пришлось уйти из Высшего Берлинского технического училища, он устроился завлабом в концерне «Сименс», отстал от большой науки. Тиссен, наоборот, состоял в НСД, иначе не быть бы ему директором Института физической химии кайзера Вильгельма. Он опасался попасть к американцам - поди, вспомнят партийные заслуги. С коммунистами, полагал он, договориться будет легче. Барвих был замом у Герца в «Сименс», он подписал контракт просто из материальных соображений. Герц и Арденне, может быть, и не хотели, чтобы их работы пересекались, но к газовой диффузии были подключены оба института. В институте «А» этим занималась только лаборатория Тиссена, он был заместителем Арденне.

Герц, оставаясь директором института, сам вел в своей группе исследование газодиффузионного разделения изотопов против потока пара, но этот способ практического применения не получил. Кроме того, с Барвихом и Крутковым он занимался общей теорией, у Барвиха были такие же задачи, какие решал Фукс в начале своей атомной карьеры: динамика каскада и устойчивость.[†] Выводы из теории оказались весьма полезным для упрощения системы автоматического регулирования и повышения эффективности работы трубчатого фильтра за счет турбулизирующей вставки. Упомянутые выше Мюлленфорд разработал конденсационный вакуумный насос, а Шютце

[†] После СССР в 1956г. Барвих стал директором Центрального института ядерной физики ГДР под Дрезденом. Сюда же после выхода из тюрьмы приехал работать Фукс, лишенный английского подданства. По иронии судьбы Барвих потом сбежал на Запад, и пост директора достался Фукусу.

– масс-спектрометр для анализа изотопного состава «алива», т.е. UF₆. Метод борьбы с коррозией путем пассивации фтором Каржавин и Тиссен сначала придумали для трубчатых фильтров, они корродировали значительно сильнее, чем плоские, с менее развитой поверхностью. Очевидно, вообще вся проблема фильтров была передана в Сухуми, но произошло это только в начале 1947г после описанного конкурса.

Вопрос о том, с какими материалами по диффузионному разделению следует знакомить Герца, выносился не раз на обсуждение в Техсовете. Фильтрами в институте «Г» занималась группа Райнхольда Райхманна. Сам он когда то был фармацевтом, и этим можно объяснить его «ноу хау». Заготовка трубок, получивших потом марку «МФ», готовилась экструзией пасты из порошка закиси никеля с диметилглиоксимом. Последний известен как стандартный реактив для определения никеля – с ним он дает ярко красный комплекс. Диметилглиоксиматом никеля подцветывают даже губную помаду. В пасту Райхманн добавлял также гвоздичное масло. У него разные применения, в том числе дантисты им пользуются для мягкого обезболевания. Заготовки далее подвергали термообработке. Решение, найденное Райхманном, было настолько своевременным и доступным для реализации, что ему была присуждена Сталинская премия 1-ой степени, но, увы, посмертно - в 1948г. он умер.[7] Впрочем, все из перечисленных докторов и профессоров, которые занимались фильтрами, тогда же после взрыва уран-плутониевой бомбы РДС-3 получили эту награду, называемую теперь Государственной. Отличия были лишь в степени и размере премии. Лабораторию керамических фильтров в 1948г. возглавил В.Н. Ермин, работавший с женой у Райхмана, он же руководил изготовлением опытных партий трубок на заводе №12. **«Фильтры отвечают поставленным для них техническим условиям по проницаемости и диффузности, но по прочности они пока уступают фильтрам Тиссена».** Недостаток был устранен. В 1953г. производство «МФ», было организовано в Свердловске-44.

«Каркасные» фильтры Тиссен делал сначала из «собственного» материала, запрессовывая никелевый порошок в «салфетки». Сетку с 10 000 отверстий на см² для них приходилось плести из проволоки, закупаемой в Германии по довольно сложной схеме, уже потом технику столь тонкого производства освоили специально на Кольчугинском заводе. Порошок тоже был немецким, так как установку карбонила никеля, из которого его получали, ранее вывезли и пустили в СССР. Технология для фильтров довольно трудно поддавалась механизации (при толщине стенки всего 0,06–0,1 мм трубка длиной $l = 500$ и диаметром $d = 15$ мм должна была иметь кроме всего прочего и хорошую прочность).

Тем не менее **«Лаборатория Тиссена выпустила несколько опытных партий, а в 1948 году по разработанной Тиссенем технологии на заводе № 12, под Москвой, были построены вначале опытный, а затем постоянный цех по производству трубчатых фильтров с проектной мощностью до 2 тыс. фильтров в сутки. Дальнейшее развитие диффузионного метода без трубчатых фильтров было бы невозможно, так как на плоских фильтрах нельзя было бы построить высокопроизводительные машины».** [5]

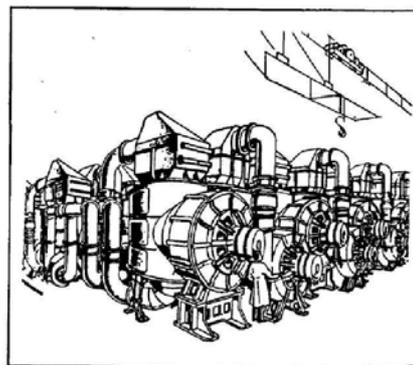


Рис. 2. Каскады диффузионных машин с трубчатыми фильтрами на комбинате №813 [6,11]

Одновременно с пуском первой очереди Д-1 приступили к строительству на комбинате №813 по доработанному проекту следующей – Д-3. В проекте уже были заложены трубчатые фильтры, позволившие увеличить мощность одноступенчатой машины в 2-2,5 раза. Тем не менее, их внедрение сопровождалось совсем уж недостойными распрями между Горьковской и Ленинградской компрессорными «фирмами».[11] Разбираться с ними, как и с компрессорами, мы уж не станем. Рубеж 75% U-235 за один проход был взят после пуска этой новой линии Д-3, а многострадальная Д-1 в конце 1955г. была закрыта.

10. Цена прогноза

«Вы (Сталин) лично, как и Ленин, двигаете страну вперед как ученый и мыслитель. Это исключительно повезло стране, что у нее такие руководители, но так может быть не всегда... Рано или поздно у нас придется поднять ученых до "патриарших" чинов». Капица

В 1948г., когда у нас пытались запустить Д-1, журнал "Look" писал: *"В течение ближайших нескольких лет русские, попросту говоря, не могут и надеяться иметь завод К-25, подобный заводу в Окридже. Это физически невозможно. Советская промышленность слабо развита, чтобы быть в состоянии поставлять оборудование для такого колосса... По производственной мощности ключевые для атомной проблемы отрасли промышленности в России отстают в среднем на 22 года от соответствующих отраслей промышленности в Соединенных Штатах".*[12]

Прогноз физиков, таких как Бор, Ленгмюр и Бете, относительно сроков создания в СССР атомного оружия оказался намного точнее, чем у журналистов или военного командования США. «Ленгмюр», как писал Э. Полок, *«никогда не симпатизировал Советам. Он открыто констатировал, что советская система имеет свои преимущества в гонке вооружений: прежде всего, за счет принесения в жертву уровня жизни, игнорирования каких-либо проблем трудоустройства и превращения науки в приоритетную для всей страны сферу деятельности». «В январе 1948 года, Бор заявил, что он считает Советский Союз способным разработать атомное оружие через 16-18 месяцев, т.е. как раз к середине 1949 года».* [13]

Прогнозы ученых оказались правильными, хотя посылки Ленгмюра не были уж совсем точными. Из сопоставления истории американского и советского атомных проектов видно, что принесла в жертву тоталитарная система, чтобы как можно быстрее занять атомное оружие. Это стремление, а не наука, было у нас приоритетной сферой. Репрессивные и политизированные бюрократические системы имеет свои недостатки.

Спешка, некомпетентность и допущенный произвол в принятии решений привели нас к потерям времени и колоссальным издержкам. В манхэттенском проекте не возникало конфликтных ситуаций, по крайней мере, тягостного следа они не оставили, издержки были, но для первопроходцев они простительны. Разведанными по газодиффузионному разделению, в частности, мы не смогли распорядиться, своевременно и как следовало бы. При патриотическом послевоенном подъеме и порыве беззаветного труда многих участников проекта система все равно генерировала межведомственные и личные конфликты.

У Капицы и послышки и прогноз были правильными, но свой прогноз он надеялся поправить. Для этого он, очевидно, и включился в бюрократическую игру, но проиграл.

Статья написана при поддержке гранта РФФИ 06-06-80299-а.

Литература

1. Wilcox Bill. "The secret city's biggest secret". The Oak Ridge Observer, part 8, 2006.
2. «История длиною в шесть десятилетий. Хронология основных событий в атомной отрасли СССР и России». Бюллетень по атомной энергии. 8/2005 83 <http://www.minatom.ru/i/FileStorage/bul2005-08.pdf>.
3. 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>
4. Губарев Вл. «Белый архипелаг. Неизвестные страницы атомного проекта СССР» http://ruscience.newmail.ru/history/white_archipelago_10.html
5. 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>
6. аноним. «Уральский электрохимический комбинат (УЭХК)», <http://www.novouralsk.ru/prom-uran.html>
7. Oleynikov, P.V. "German Scientists in the Soviet Atomic Project", *The Nonproliferation Review* **7**, N 2, 1 – 30(2000). <http://cns.miis.edu/pubs/npr/vol07/72/72pavel.pdf>
8. Zippe U.S., Central Intelligence Agency. (1957, October 8). The Problem of Uranium Isotope Separation by Means of Ultracentrifuge in the USSR (EG 1802). from <http://www.fas.org/irp/cia/product/zippe.pdf>
9. Васильев В.А. «Абхазия - кузница ядерного оружия», Наша Абхазия, 21/08/2005 <http://abkhazeti.info/news/11246487633.php>

10. Тимербаев Роланд, «О Ливии, противоракетной обороне и Герберте фон Караяне, а также другие случаи из жизни», ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ № 2 (82), Том 13
<http://pircenter.org/data/publications/sirus2/Timerbaev.pdf>.
11. 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
12. Бедель Ал. «Наш ответ Трумэну», журнал «Родина» №11/2001
http://www.istrodina.com/rodina_articul.php3?id=250&n=14
13. Поллок Э. «Ошибки, вызванные эмоциями; представление американцев о возможности советских атомных разработок, 1945-1949 гг.» // Наука и общество: история советского атомного проекта. Труды международного симпозиума ИСАП-96. Том 3. ИздАТ, М.: 1999, с.203.