

**ТВОРЦЫ
ЯДЕРНОГО
ВЕКА**



Н.М.СИНЕВ

**ТВОРЦЫ
ЯДЕРНОГО
ВЕКА**

Н.М.СИНЕВ

*Мемуары.
Воспоминания*

МОСКВА

ИЗДАТ

2000

УДК 621.039+623.438
ББК 68.513+31.4

С 34 Синев Н.М. Мемуары и воспоминания - М., ИздАТ, 2000
(Творцы атомного века) – 208 с. илл.

ISBN 5-86656-107-7

Публикуются мемуары лауреата Ленинской и Государственных премий, доктора технических наук, профессора Н.М. Синёва, воспоминания его родных и соратников.

Н.М. Синёв – ветеран атомной отрасли, участвовавший в ее становлении и развитии.

Для широкого круга читателей, интересующихся историей создания боевой техники, а также развития атомной науки и техники.

УДК 621.039+623.438
ББК 68.513+31.4

ISBN 5-86656-107-7

© Авторы, 2000
© Оформление ИздАТ, 2000

НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ СИНЕВ

Доктор технических наук, профессор Николай Михайлович Синев был видным конструктором, ученым, организатором науки.

Николай Михайлович родился в крестьянской семье близ Ржева, в 1906 году. В 1920-1922 годы жил в детском доме. В 1923-1927 годах он находился на выборной комсомольской работе на Смоленщине.

После окончания в 1932 году МВТУ им. Баумана в течение почти 30 лет Н.М. Синев работал на ленинградском Кировском заводе, пройдя путь от инженера-конструктора до главного конструктора завода.

В предвоенные годы в специальном конструкторском бюро завода, которое возглавлял Н.М. Синев, были начаты первые в стране разработки воздушно-реактивных газо-турбинных двигателей для авиации, которые имели большое значение для решения этой проблемы в послевоенное время. В годы Великой Отечественной войны Николай Михайлович был заместителем главного конструктора завода по тяжелым танкам. В августе 1943 года он выполнил почетное и ответственное поручение уральских танкостроителей — по приказу Ставки доставил в Москву для показа Верховному Главнокомандующему созданные ими в условиях войны образцы новой танковой техники.

Н.М. Синев — участник Великой Отечественной войны, он защищал Ленинград в первые месяцы блокады, был тяжело ранен.

В конце войны Николая Михайловича избрали секретарем парткома завода и членом бюро Кировского РК КПСС Ленинграда. Как руководитель крупной партийной организации он внес значительный вклад в восстановление разрушенного прифронтового завода-гиганта.

В 1947 году Н.М. Синев вновь активно включился в работу по конструированию и созданию новой техники. Николай Михайлович — один из крупных конструкторов оригинального отечественного оборудования для ядерной энергетики, автор изобретений, нашедших широкое применение в практике. Многие его разработ-

ки по технико-экономическим показателям превосходят то, что есть в мировой практике. В 1953-1961 гг. под руководством Николая Михайловича были созданы главные турбозубчатые агрегаты и герметичные циркуляционные насосы для первого контура атомных судовых установок. Он был руководителем проекта комплексной турбинной установки атомохода «Ленин», главным конструктором передвижной атомной электростанции ТЭС-3.

В 1961 году Николай Михайлович был назначен заместителем Председателя ГКАЭ СССР и занимался вопросами развития ядерной энергетики. Он являлся ответственным руководителем пуска первого энергоблока с ВВЭР-210 на НВАЭС. Н.М. Синев много сделал для развития работ по быстрым реакторам.

Большую работу проводил Н.М. Синев по расширению и укреплению международного научно-технического сотрудничества, активно участвуя в работе ПК СЭВ по мирному использованию атомной энергии.

Николай Михайлович долгое время читал курс лекций «Экономика атомной энергетики. Основы технологии и экономики ядерного топлива» в МЭИ. На основе этих лекций было написано учебное пособие для вузов «Экономика атомной энергетики».

Многообразная научная и общественная деятельность Николая Михайловича нашла отражение в печатных трудах. Его перу принадлежат многие произведения научно-технического и общественно-политического характера: от брошюры «Методы и практика пионерской работы», изданной в 1927 году, до строгих научных монографий (в соавторстве с П.М. Удовиченко) «Герметические водяные насосы атомных энергетических установок» и «Бессальниковые водяные насосы». Учебное пособие для вузов Н.М. Синева «Экономика ядерной энергетики» выдержало 3 издания и до сих пор является актуальным.

Заслуги Н.М. Синева высоко оценены. Он лауреат Ленинской и четырех Государственных премий СССР, награжден двумя орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Отечественной войны II степени, Красной Звезды, «Знак Почета», медалями. Ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».

Выйдя на пенсию в 1986 году Н.М. Синев продолжал трудиться в качестве научного консультанта. Его последним печатным трудом стала монография «Обогащенный уран для атомного оружия и энергетики», включенная в эту книгу.

Н.М. СИНЕВ

**ВОСПОМИНАНИЯ КОНТСТРУКТОРА
ТЯЖЕЛЫХ ТАНКОВ**

Внезапность нападения фашистской Германии на Советский Союз, крах блиц-крига и затянувшаяся на четыре года Великая Отечественная война с технически сильным и смертельно опасным врагом, оснащенным современным оружием, в том числе и мощной танковой техникой, потребовало от советского народа неимоверных усилий, как на фронте, так и в тылу. Сложные, порой чрезвычайно напряженные, задачи пали и на долю конструкторских коллективов — творцов советских танков, в том числе на танкостроителей-кировцев.

Уже в первые месяцы войны, в огне ожесточенных танковых сражений, боем проверены и оценены все плюсы и минусы танковой техники обеих воюющих сторон. Стала очевидной также и необходимость непрерывного технического и технологического совершенствования выпускаемых во все возрастающих количествах наших танков. Более того, вскоре проявилось моральное старение созданной до войны бронетанковой техники, выявилась необходимость не только модернизации отдельных узлов, но и ускоренной разработки новых образцов боевых машин, усиления их вооружения, бронезащиты, повышения надежности и ресурса мотор-трансмиссионных узлов, ходовой части.

С самых первых дней войны конструкторский коллектив танкостроителей-кировцев был в несколько раз увеличен и усилен кадрами. В танковое СКБ-2 влился большой коллектив СКБ-1, до того занимавшийся разработкой авиационных газовых турбин (почти 80 конструкторов, около 100 рабочих опытного цеха) а также большая группа конструкторов-артиллеристов. Был расширен опытный танковый цех, переселенный на освободившиеся после эвакуации на Восток (в июле 1941 года) просторные площади сборочно-дизельного цеха. Расширившееся танковое СКБ-2, возглавляемое Ж.Я. Котиним, в июле разместилось в просторных помещениях большого трехэтажного дома, примыкающего к сборочному цеху.

В БЛОКАДНОМ ЛЕНИНГРАДЕ. БЕНЗИНОВЫЕ АВИАДВИГАТЕЛИ ВМЕСТО ДИЗЕЛЕЙ. КОНСТРУКТОРЫ НА КАЗАРМЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ. АВИАБОМБА. ЭВАКУАЦИЯ НА УРАЛ

Особым преимуществом советских танков КВ и Т-34 было то, что на них были установлены не карбюраторные бензиновые моторы, а специально созданные перед войной дизели, разработанные и изготовленные в Харькове. Но Харьков уже летом оказался захваченным немцами. Дизельное производство удалось в основной части эвакуировать в Челябинск. Но уже в конце июля 1941 года в Ленинград на Кировский завод прекратилось поступление дизелей, а в то же время выпуск танков КВ увеличивался: к изготовлению танковых деталей и узлов были подключены все действующие механические цеха завода. Как быть? Вместе с Ж.Я. Котиным и двигателем А.Н. Покровским едем в Штаб Ленинградского фронта. Предложено единственное решение — ставить на КВ 12-цилиндровые авиационные двигатели водяного охлаждения, отработавшие свой ресурс на самолетах. Их много скопилось на складах. Габариты и мощность близки к танковым дизелям В-2. После срочной конструкторской проработки (на это было отпущено 2-3 дня) убедились — авиамоторы на КВ устанавливать можно, хотя бензиновое топливо — не радость. Производство танков КВ во фронтовом и блокадном Ленинграде можно продолжить. Все это, конечно, потребовало большой напряженной работы конструкторов, испытателей, рабочих: решить задачу нужно в считанные дни. Как заместителю Главного конструктора т. Котина Ж.Я., мне непосредственно было подчинено опытное производство СКБ-2, и к тому же я был назначен ответственным за ПВО здания бывшего сборочного дизельного цеха и примыкающего к нему эвакуированного ОКБ, в котором теперь, с июля 1941 года, разместилось СКБ-2.

Уже во вторую неделю июля руководящий состав СКБ-2 и его опытного цеха был переведен на казарменное положение на заводе, как особое подразделение заводского народного ополчения, обеспечивающее техническое обслуживание круглосуточного танкового производства и участие в противовоздушной защите завода

и, в случае прорыва немцев, в обороне завода. Во всех рабочих кабинетах и комнатах КБ и цеха ОП-2 были установлены койки, в столовой организовано круглосуточное питание.

При первом налете фашистской авиации на Кировский завод, в 11-ом часу ночи 10 сентября 1941 года, (одновременно и на Кронштадт)* было сброшено на его цеха несколько тысяч зажигалок и однотонная авиабомба, подвешенная на парашюте** . Бомба должна была разорваться над зданием КБ и бывшего сборочного цеха авиадизелей, в котором в это время размещалось воинское учебное подразделение в составе 500 солдат-танкистов. Они с помощью специалистов КБ и испытателей танков изучали материальную часть танков и получали практику вождения КВ по территории завода, используя имеющиеся в опытном цехе экземпляры нештатных некомплектных вариантов танков. Основываясь на данных своей разведки, немецкое командование хотело одной большой бомбой, (которая, задев за высокую крышу, разорвется над цехом) похоронить сразу сотни советских солдат-танкистов, а заодно разрушить опытный цех и конструкторский штаб завода.

Но бомба на парашюте упала на штабель труб примерно в 20-ти метрах от середины фасада здания КБ. При этом получили относительно легкие ранения и контузию находившиеся в здании СКБ: Главный конструктор Ж.Я. Котин, начальник опытного производства Н.В. Федоров, конструктор М.И. Бариненков. Тяжелое ранение головы и общую сильную контузию получил заместитель Главного конструктора Н.М. Синев, через два часа после налета отправленный в бессознательном состоянии и с большой потерей крови в Смольнинскую больницу имени Свердлова***, а дежурный диспетчер ночной смены опытного цеха, девушка Жанна (фамилию не помню), в результате тяжелого ранения лишилась ноги. Загорания от сброшенных зажигательных бомб были успешно лик-

* Первый налет фашистской авиации на город после замыкания кольца блокады был солнечным днем 8 сентября 1941 года, когда были подожжены так называемые "бадаевские склады", где сгорели все городские запасы масла и сахара.

** Об этой бомбе рассказывается и в романе "Блокада" А.Б. Чаковского, хотя несколько не точно.

*** Смольнинская больница им. Свердлова подверглась авиабомбардировке 19 сентября 1941 года. Бомбой 250 кг был разрушен терапевтический корпус, в помещениях которого размещались раненые, в их числе был и я. Раненые были перемещены в подвал, где под кирпичными сводами дома организовано бомбоубежище. В нем, набитом битком ранеными, я находился до 12 октября, когда последовало указание забрать меня, чтобы отправить самолетом через Ладогу в Тихвин, а оттуда для долечивания на Урал.

видированы. Здание СКБ-2 сильно повреждено, а его центральная часть разрушена. Как утверждают очевидцы, куски искореженных труб с огромной силой разлетались на расстояние 200-300 метров, повредив ряд ближних цехов.

В первой половине августа 1941 г. СКБ-2 получило задание: установить и испытать на серийном танке КВ огнемёт. Эта работа полностью не была завершена, так как линия фронта подходила к городу, и для испытания огнемётного вооружения приходилось выезжать на опытном танке на полигон, расположенный у Красного села. Это было небезопасно. Выезжали с полным боевым снаряжением.

В августе удалось провести на танке КВ, при движении ночью по территории завода, первые пробные испытания приборов и аппаратуры инфракрасного видения, разработанные заводами "Красная Заря" и "Светлана".

В этот период большое участие конструкторы-танкисты приняли в создании трех линий минных полей на подступах к заводу (руководитель инж. Карпинский и др.). Толлом заполнялись трубы, а взрыватели подсоединялись проводами к электробатарейкам, прикрепленным между двумя фанерными створками, которые маскировались землей и при нажатии обеспечивали электроконтакт и взрыв. Это был поистине критический период в экстренном создании обороны на подступах к заводу. Одновременно сооружались дзоты, для которых использовались как бронешиты толстые листы железа. Его тогда было много на территории завода.

После замыкания кольца блокады Наркомом танковой промышленности было приказано безотлагательно осуществить эвакуацию на Урал всего личного состава танкового конструкторского коллектива. Последняя группа конструкторов СКБ-2 и работников опытного танкового производства была отправлена самолетом через Ладогу и затем поездом, в товарном вагоне, оборудованном нарами, из Тихвина в Челябинск в октябре. В этой последней группе 13 октября и я покинул Ленинград, еще забинтованный и не ходячий. Целых две недели двигался с частыми длительными остановками наш поезд на Урал. В вагоне размещалось 70 человек. Была уже зима, вагон не отапливался. Ни разу не раздеваясь, ехали всю дорогу до Урала. На станциях получали горячий суп и кипяток, по карточкам хлеб.

Чтобы, при имеющихся тогда малых возможностях авиации, вывезти воздухом через Ладогу на большую землю как можно больше ленинградцев, каждый имел право взять с собой ручной багаж не более 20 кг. Грузоподъемность самых больших в то время самолетов Дуглас или ИЛ-14 была небольшой, порядка 3 т (30-35

человек), вылетали со Смольнинского полевого аэродрома под прикрытием истребителей.

В Тихвине днем накапливались в одной из школ, а поздно ночью должны были погрузиться в товарные вагоны поезда.

При нашей посадке в вагоны, когда весь перрон был загружен пассажирами с их скромным скарбом, панику вызвал вдруг застрекотавший, невидимый ночью, немецкий самолет-разведчик. Он спустил над железнодорожной станцией две осветительные бомбы, горевшие ослепительно ярко. Все ожидали бомбардировки и бросились во все стороны, оставив вещички на перроне. Но бомбежки не было. Только через час-полтора собрались отъезжающие снова, и посадка была возобновлена.

По своему состоянию я еще не мог самостоятельно передвигаться и, вместе с одним из конструкторов, мне помогавшем, мы оставались на перроне, пока не погасли фашистские лампы. Рядом находилось кирпичное помещение, где готовился станционный кипяток — мы переместились под его стенку, как некоторую теневую вероятную защиту на случай обстрела...

Через две недели после нашего отбытия город Тихвин был захвачен немцами.

ТАНКОВЫЙ КБ НА УРАЛЕ. НОВОГОДНИЙ ПОДАРОК ТАНКОГРАДА. ПЕРВАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ КВ

Осенью 1941 года в Челябинске почти полностью собрался коллектив конструкторов тяжелых танков — кировцев, прибывший сюда в сентябре-октябре тяжкими путями эвакуации из блокированного Ленинграда. В танковое КБ влились конструктора и испытатели Челябинского тракторного завода, а также эвакуированные из Ленинграда конструктора-турбинисты, группа танкостроителей из Харькова и другие. Большое значение имело то, что конструкторская и технологическая документация по танку КВ заблаговременно, еще до замыкания кольца Ленинградской блокады, была отправлена в июле-августе в Челябинск на тракторный завод, а для подготовки серийного выпуска КВ в это же время сюда выехала небольшая группа технологов и конструкторов СКБ во главе с заместителем Главного конструктора Н.Л. Духовым и главным технологом завода И.А. Масловым. В это время можно было еще выехать из Ленинграда поездом. Помню, на железнодорожном въезде в турбинный цех стоял товарный вагон, в него сотрудники СКБ грузили технический архив и личные вещи отъезжающих на далекий Урал, вероятно, надолго.

Остающиеся работать на родном заводе, искренне сочувствовали покидающим Ленинград нашим товарищам. А мы, как нам тогда казалось, по-прежнему будем продолжать работу и жить здесь, в Ленинграде. Что ж, правильно, во время войны, а вдруг она затянется, надо иметь два мощных завода-дублера, на Урале и в Ленинграде. Мало кто из нас в то время думал, что через два месяца многие окажутся на берегах реки Миас...

Собравшийся в Челябинске в октябре 1941 года конструкторский коллектив во главе со своим молодым, энергичным руководителем — Главным конструктором Ж.Я. Котиним, только что вместе с директором завода И.М. Зальцманом, удостоенным воинского звания генерал-майоров инженерно-танковой службы и звания Героя Социалистического Труда, сразу включился в напряженную работу по конструкторскому обеспечению серийного производства танков КВ на Уральском комбинате тяжелых танков, включавшим ряд заводов Урала, который возглавил И.М. Зальцман. По решению Государственного Комитета Обороны Челябинский тракторный завод был переименован в Челябинский Кировский завод. Значит революционные и трудовые традиции путиловцев-кировцев должны жить и приумножаться и здесь — на уральской земле, сплачивая и направляя творческую энергию и трудовую доблесть тружеников индустриального гиганта — Танкограда.

Уже в ноябре в недостроенном большом новом корпусе, началась поточная сборка челябинских танков КВ, выпуск которых непрерывно нарастал. Напряженно работало и конструкторское бюро.

В декабре 1941 года руководством завода и Наркомата танковой промышленности (в то время тоже размещавшемся в Челябинске) было принято решение, собрать две новые (по вооружению) модификации танков КВ, с огнеметным вооружением (объект 228) и пушкой калибром 45 мм, по законченной разработке, начатой еще в Ленинграде; и с башней, вооруженной тремя скорострельными пушками калибра 45 мм (объект 227), обеспечивающими массированный огонь с более высокими (чем у стандартной 76 мм пушки) начальными скоростями. Поставлена задача: по-военному быстро, по часовому графику собрать эти две машины в срок не более двух недель и успеть их отправить в Москву, как новогодний подарок Верховному главнокомандующему, в расчете на то, что эти образцы позволят принять дальнейшее решение об их разработке и производстве, а главное — покажут, что уральские танкостроители способны в условиях войны создавать новое, более совершенное вооружение на тяжелых танках.

Ниже приводится приказ №631 от 14 декабря 1941 года директора Кировского завода, характеризующий стиль работы того времени.

**ПРИКАЗ
ПО КИРОВСКОМУ ЗАВОДУ
№631**

гор. Челябинск

14 декабря 1941 года

Для обеспечения выпуска изделий 227 и 228, ПРИКАЗЫВАЮ:

§ 1

Всем начальникам отделов и цехов выполнить работы для машины №№ 227 и 228 по переданным из Отдела № 1 маршрутам точно в установленные мной сроки, считая точное исполнение заказа по этим машинам делом чести завода.

§ 2

Начальнику I-го Отдела т. ТЕТЕРКИНУ немедленно организовать сборку изделий 227 и 228 в цехе СБ-2, для чего:

- а) к 8 час. 18 декабря выделить оборудованное место для сборки;
- б) к 8 час. 18 декабря возратить в распоряжение нач. цеха ОП-2 рабочих-сборщиков, временно направленных на работу в цех СБ-2 и доукомплектовать бригаду ОП-2 по отдельным специальностям рабочими-сборщиками СБ-2;
- в) бесперебойно обеспечивать сборку всеми необходимыми чертежами, деталями, узлами, материалами и проч.;
- г) выделить к 8 час. 18 декабря линейную машину КВ по указанию Зам. Гл. конструктора т. СИНЕВА;
- д) осуществить через цех СД-2 доукомплектовку и обкатку машин;
- е) сборку башни машины 228 провести цеху СБ-2 к 22 декабря к 24 часам.

§ 3

Сообщаю, что оперативное руководство за выполнением работ в установленные сроки по машинам 227 и 228 осуществляю лично я сам. Моим помощником на период выполнения этих работ назначаю Зам. Гл. конструктора Комбината т. СИНЕВА Н.М., который осуществляет от моего имени контроль и общее руководство работ по машинам.

§ 4

Ведущим инженером по машине № 227 назначаю т. СЫЧЕВА Л.Е., по машине № 228 — т. АРИСТОВА.

§ 5

Нач. ОП-2 т. ПЕТРАШЕВУ организовать работу цеха по сборке и заводским испытаниям обеих машин в указанный мной срок, считая выполнение этого задания главной задачей цеха на этот период.

Начальникам отделов и цехов, выполняющим заказы по машинам 227 и 228, указывать соответствующему персоналу своих цехов о необходимости быстрого удовлетворения ими запросов СП-2, связанных с обеспечением сборки машин.

П/п ДИРЕКТОР КИРОВСКОГО ЗАВОДА-
ГЕРОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА: - (ЗАЛЬЦМАН)

Оба танка были готовы к отправке и 29 декабря 1941 года погружены на железнодорожные платформы, где они спешно доукомплектовывались и докрашивались.

К Новому, 1942 году, по “зеленой улице” машины были доставлены в Москву, куда выехали и Ж.Я. Котин и И.М. Зальцман.

При осмотре “подарка” Верховным Главнокомандующим было высказано одобрение инициативе танкоградцев, но при этом замечено: “Зачем 3 пушки? Пусть будет одна, но хорошая.” Однако, хорошая пушка появилась на тяжелом танке ИС только в середине 1943 года.

Огнеметное оружие было одобрено и некоторое количество таких танков КВ было изготовлено, но их участие в боевых действиях (например, при наступлении под Харьковом) не подтвердило ожидавшейся эффективности.

Огнеметная прицельная струя желеобразной горячей смеси на основе бензина имела дальность только около 100 м, а наличие на днище боевого отделения бака, заполненного этой смесью, создавало повышенную опасность загорания самого огнеметного танка, что иногда и происходило.

В условиях все увеличивающегося серийного выпуска, организации и ввода поточных линий механообработки и сборки танков в цехах завода от конструкторов требовалась значительная переработка всех рабочих чертежей, с учетом изменившихся технологических требований и новых заводов-поставщиков. При этом все надо делать по-военному, быстро и четко. Очень важной и срочной работой было изменение чертежей разделок и стыковок листов брони под сварку корпусов КВ, изготавливавшихся на Уралмаше, ликвидация так называемых “четвертей”, разработка ЧКД для производства литых башен и ряда других деталей. Первые месяцы в цехах танкового производства приходилось делать и роликовые подшипники для ходовой части.

ТЯЖЕЛЫЙ ТАНК КВ-1



СОЗДАНИЕ ОПЫТНОГО ТАНКОВОГО ЗАВОДА. ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ СОВЕТСКОГО ТАНКОСТРОЕНИЯ

Быстрое моральное старение ряда важных узлов в танках KB, а также недостаточная отработанность конструкций некоторых из них, особенно моторно-трансмиссионной группы; необходимость приспособляться к условиям военного времени по обеспечению производства танков соответствующими материалами, комплектующими деталями; с каждым днем умножающийся опыт боевого применения танков, выявляющий все достоинства и недостатки их конструкции и качества изготовления — все это создавало большую напряженность в работе конструкторского бюро с первых дней его работы на Урале.

Необходимо было не только оперативно удовлетворять повседневные требования производства, но и форсировано вести новые разработки узлов, деталей и принимать вместе с технологами и металлургами новые решения.

Однако, в условиях непрерывно расширяющегося серийного выпуска боевых танков, все более и более перестраиваемого на поточное производство и пооперационную технологию, при растущем недостатке высококвалифицированных рабочих, дефиците инструмента и оснастки, изготовление опытных и экспериментальных деталей узлов по новым конструктивным разработкам становилось или вовсе невозможным, или требовало особых усилий и, как правило, вело к затяжке исполнения и срывам сроков. Серийная программа во время войны всегда была особо напряженной и не имела люфтов для других дел.

И хотя опытный механо-сборочный цех (цех ОП-2), подчиненный Главному конструктору танков, значился в системе завода, его маломощность и слабая оснащенность не позволяла решать сколько-либо крупные задачи модернизации основных узлов танков.

Понимание этой обстановки и того, что в условиях ведущейся затяжной войны нельзя победить врага, если непрерывно не оттачивать и не совершенствовать свое боевое оружие, позволило Наркому танковой промышленности т. В.А. Малышеву в марте 1942 года принять трудное, но государственно мудрое и правильное решение — подписать подготовленный нами приказ об организации при Челябинском Кировском заводе в структуре его производства специального опытного танкового завода, получившего индекс №100, расположив его на обособленной территории бывшего опытного тракторного завода. Здесь в небольших цехах в период первой и второй пятилеток (1930—1937 гг.) осваивалась технология производства, конструкция и сборка первых советских

тяжелых гусеничных тракторов с дизельным двигателем по лицензии, закупленной у американской фирмы Катерпиллер. На бывшем тракторном была своя кузница, сталеплавильная печь, вагранка, участок формовки и литья чугуновых и стальных изделий, а также модельный цех и лаборатория.

В механосборочном цехе было установлено и работало около сотни различных станков, которые удалось доставить из Харькова с частично эвакуированного завода радиально-сверлильных станков. Небольшой коллектив Харьковских станкостроителей, размещенный на территории опытного тракторного завода, состоял из группы высококвалифицированных рабочих: станочников, слесарей, модельщиков, а также включал группу опытных мастеров и инженеров-технологов. И очень важно, что среди сотни различных дефицитных станков было два координатно-расточных станка фирмы СИП, комплект зуборезного и шлифовального оборудования. Все это, будучи объединено с уже действовавшим на основной территории Кировского завода цехом ОП-2, располагавшим опытными сборщиками и испытателями танков, а также вместе с основной частью танкового конструкторского бюро, и составит опытный танковый завод №100, который будет находиться в распоряжении Главного конструктора генерал-майора Ж.Я. Котина. Главная задача этого коллектива — создание в условиях войны новой танковой технологии.

Для введения же текущего обслуживания серийного танкового производства на Кировском заводе из коллектива КБ Котина была выделена большая группа высококвалифицированных конструкторов во главе с Н.Л. Духовым, Л. Трояновым, М.Ф. Балжи.

Однако эта часть единого до середины 1943 года конструкторского коллектива танкистов-кировцев не ограничилась только об-

Тяжелый танк ИС-1



служиванием текущего серийного производства, но, в тесном сотрудничестве с конструкторами и экспериментаторами опытного завода №100, внесла значительный творческий вклад в усовершенствование нового тяжелого танка ИС, в разработку и внедрение в производство его модификаций: ИС-2, ИС-3, ИС-6 (после войны) и созданные на базе ИС самоходки.

В середине 1943 года опытный танковый завод №100, по приказу Наркома т. Малышева, был выделен из состава Кировского завода и определен как самостоятельное предприятие наркомата танковой промышленности, непосредственно подчиненное Главному конструктору тяжелых танков. Такая структура была еще до войны развита и полностью оправдала себя в авиационной промышленности СССР. В танкостроении СССР это было новым и весьма значительным прогрессивным решением, заложившим основу создания будущего Научно-исследовательского института бронетанковой техники. Добрым словом следует упомянуть вклад в развитие опытного завода №100 и практическое решение им поставленных задач первого директора Н.Н. Ворошилова, главных инженеров Э.М. Майдельмана, Н.В. Солоухина, Н.В. Федорова, Б.С. Беякова, а также Начальника производства т. К. Чернова. Правда, они менялись слишком часто, но это не их вина.

Мне лично довелось с первых дней организации и развертывания опытного завода №100 выполнять весьма трудные обязанности Первого главного инженера, а затем два года руководить созданием экспериментальной базы завода.

За два года (1942-1943 гг.) на заводе №100, в трудных условиях войны, осуществлено сооружение двух новых цехов (моторного и сборочного), расширен механический цех, построен экспериментальный цех, разработаны и построены крупные уникальные стенды, в том числе: комплексный стенд для испытаний КПП, узлов трансмиссии и системы охлаждения танка; стенды для всесторонних испытаний воздухофильтров стартеров, систем вентиляции башни и др. Построены два моторных стенда для всесторонних испытаний двигателей под нагрузкой.

После получения заводом №100 самостоятельности сразу же потребовалось четко определить его задачи и, вместе с входящим в его структуру Опытным конструкторским бюро (ОКБ), порядок их взаимодействия с заводами серийного производства. Ниже приводится подготовленное нами и утвержденное в 1943 году Наркомом т. Малышевым Положение о заводе №100 НКТП, состоящее из коротких 17-ти пунктов. Это положение содержит общие формулировки и ныне не потерявшие своего значения для практики взаимоотношений комплекса "Наука — техника — производство".

ПОЛОЖЕНИЕ ОБ ОПЫТНОМ ТАНКОВОМ ЗАВОДЕ 100

1. В целях усовершенствования танкового вооружения Красной Армии завод №100 проектирует, изготавливает новые модели танков и отдельные узлы последних, в первую очередь тяжелых, в соответствии с заданиями Правительства и требованиями Армии.
2. Для определения типа нового танкового вооружения завод №100 либо полностью сам разрабатывает тактико-техническую характеристику такого и согласовывает с ГБТУ КА, либо участвует в разработке т.т.х., проводимой ГБТУ КА.
3. По изготовлению опытного образца завод №100 проводит заводские испытания и доводку опытного образца до состояния, обеспечивающего требования Красной Армии и условия надежной эксплуатации.
4. В процессе заводских испытаний ОКБ завода №100 производит доработку чертежей, на основании чего подготавливается опытный образец для предъявления Государственной комиссии.
5. Завод №100 предъявляет Государственной комиссии опытный образец и техническую документацию к нему, участвует в работе Комиссии, и на основании замечаний последней производит окончательную доработку технической документации и подготавливает последнюю для передачи на серийное производство.
6. При проектировании опытного образца и зависимости от тактико-технической характеристики его НКТП определяет основные заводы-изготовители, танковой и бронекорпусной, которые будут заняты производством нового образца.
7. В соответствии с этим завод №100 обязан при проектировании опытного образца ориентироваться на производственное оборудование и мощности будущих заводов-изготовителей.
8. Для увязки работы завода №100 и завода-изготовителя, как в процессе проектирования, так и изготовления и испытания опытных образцов — заводского и Госкомиссии — производится согласование конструкций с точки зрения технологичности и обеспечения быстрого ввода в производство.
9. Для обеспечения такой увязки будущие заводы-изготовители обязаны командировать часть своих конструкторов и технологов для работы на заводе №100 по заявке и требованию Гл. конструктора по опытным работам.
10. На время изготовления установочной партии и подготовки производства к серийному выпуску вся подлинная тех-

ническая документация остается за заводом №100, заводам-изготовителям техническая документация передается в светокопиях в количестве экземпляров по заявке завода-изготовителя.

11. Все изменения и корректировки чертежей в этот период времени производятся только с разрешения ОКБ завода №100. Последний вносит эти изменения в подлинной документации у себя и только в контрольном экземпляре ОГК завода-изготовителя. На контрольных пунктах завода-изготовителя необходимые изменения вносятся силами ОГК завода-изготовителя.
12. Для оперативного решения всех вопросов, связанных с наладкой серийного производства, завод №100 командирует на завод-изготовитель руководящих работников данного проекта в количестве по согласованию завода №100 и завода-изготовителя.
13. По окончании подготовки производства к началу серийного выпуска завод №100 передает всю подлинную техническую документацию заводу-изготовителю и оставляет у себя светокопии документации.
14. Опытные образцы новых узлов и типов танкового вооружения изготавливаются, собираются и испытываются заводом №100, кроме узлов и деталей, которые могут быть изготовлены на заводе по мощности его оборудования.
15. Все серийные узлы и детали других объектов, входящих в опытные образцы, а также необходимые для заводских и комиссионных испытаний опытных образцов обязан подать заводу №100 по его заявке завод серийного производства.
16. Последний также обеспечивает завод №100 необходимыми заготовками и производит для завода №100 все те же виды обработки, для производства которых завод №100 не имеет соответствующего оборудования.
17. Все извещения на изменения и корректировки технической документации после принятия образца на серийное производство завод-изготовитель обязан направлять на завод №100 для внесения в экземпляры светокопий хранящихся на заводе №100.

За короткое время на заводе №100, с помощью цехов серийного танкового производства, была отработана глубокая модернизация танка КВ, получившего индекс КВ-1С, на котором была установлена 8-скоростная КПП, новая система охлаждения двигателя с радиатором новой конструкции и многими другими усовершенствованиями.

Зимой 1943 года здесь, за чрезвычайно короткий срок — 1 месяц, был создан и испытан на главном артиллерийском полигоне в Чеберкуле головной образец самоходной установки САУ-152, на базе танка КВ-1С, и применения 152 мм гаубицы. Разработка началась в январе, а в первых числах февраля 1943 года рабочие чертежи САУ-152 переданы в серийное производство и Кировский завод успел к середине лета своевременно изготовить и передать армии значительное количество этих высокобронированных грозных машин, оснащенных мощным вооружением. В танковых сражениях на Курско-Орловской дуге, как известно, САУ-152 сыграли огромную роль, подавляя новую “звериную” (тигры, пантеры) танковую технику врага и его долговременные укрепления.

За первый год своего существования опытный танковый завод обеспечил создание опытного образца нового тяжелого танка, названного именем Верховного Главнокомандующего. Танки ИС, получившие высокую оценку при форсированных испытаниях в августе 1943 года, по постановлению ГКО были приняты на вооружение Советской Армии. На их базе одновременно создана и соответствующая модификация САУ.

В 1944 году за заслуги перед Родиной в оснащении армии новой бронетанковой техникой Государственный Союзный завод №100 Наркомата танковой промышленности СССР был награжден орденом Ленина.

После снятия блокады Ленинграда решением ГКО было определено, что в числе четырех предприятий города должно быть восстановлено танковое производство на Кировском и Ижорском заводах.

Для помощи заводу в техническом обеспечении воссоздаваемого производства на новой основе в Ленинграде при Кировском заводе в июне 1944 года был организован филиал опытного завода №100 и филиал его ОКБ. С группой конструкторов ОКБ, технологов и испытателей (Л.Е. Сычев, Б.С. Беляков, С.А. Сахарников и др.) по приказу т. Малышева я был командирован в Ленинград в качестве директора филиала Опытного завода №100. Заместителем Наркома танковой промышленности (тогда им был по совместительству Ж.Я. Котин) утверждена схема 1 этапа организации филиала. Филиал и его КБ разместился в том же здании, откуда 3 года назад эвакуировалось из блокадного Ленинграда СКБ-2.

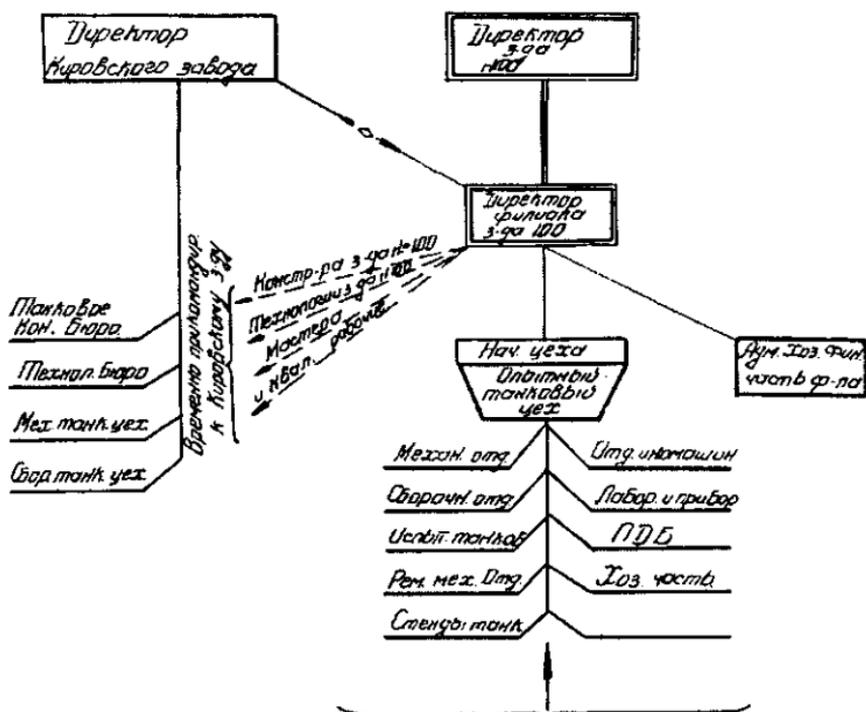
В период с февраля 1944 года до победного мая 1945 года усилиями кадровых кировцев, партийной организации завода и города, а также с помощью челябинского собрата, на разрушенном прифронтовом заводе было снова возрождено танкостроение. Правда ряд узлов, например, КПП, радиаторы и некоторые другие изделия, мы все еще получали из Челябинска.

Зам. Нар. Комиссара
Танков. Промышленности

Фронтинг /Котин/
21.VI.44г.

Схема

I этап организации филиала з-да №100
на Кировском заводе
в г. Ленинграде.



И.Д. Директор завода №100

Котин /Котин/ 21.VI.44г.

Котин - Директор филиала (С.И.Н.В.З.)

Задачи:

1. Выполнение заказов Кир. з-да по серийн. этапам и деталям УС
2. Установка и заказы по орган. опытного цеха, стендов, лабораторий.
3. Мелкие опытные работы связ. с освоением серийного производства.

Схема I этапа организации филиала

Однако, в апреле 1945 года во время отчетно-выборной конференции завода, перед клубом им. Газа были выставлены 2 танка ИС-3, собранные в Ленинграде. Значит снова воскресает богатырь-завод. А один из опытных танков ИС был 8 августа 1943 года водружен на пьедестал против сборочного цеха завода.

Тяжелый танк ИС-3



ТАНК КВ-ИС. КАК РОЖДАЛИСЬ И СОВЕРШЕНСТВОВАЛИСЬ САУ-152

В декабре 1942 года при одной из попыток перейти в наступление на левом берегу Невы, в районе Невской Дубровки в направлении на Мгу, наши части захватили два новейших тяжелых танка “Королевский Тигр”, панически покинутых немецкими экипажами. Немцы самонадеянно рассчитывали, что атаки советских войск будут отбиты, и тогда их поврежденные “Тигры” снова окажутся у своих хозяев. Однако, за ночь один “Тигр” был вытасчен двумя нашими танками КВ и с помощью саперов переправлен на правый берег Невы. Захват и уход “Тигра” немцы обнаружили и не дали эвакуировать второй “Тигр”, подвергнув его расположению сильнейшей бомбардировке, а через некоторое время оттеснили с занятой территории и наши части*.

Вскоре в Челябинск, Ж.Я. Котину поступило указание из Москвы — срочно командировать в Ленинград нескольких опытных конструкторов для изучения конструкции “Тигра” и его тактико-технических характеристик. С этим заданием срочно вылетел заместитель Главного конструктора А.С. Ермолаев, с двумя ведущими конструкторами.

В начале января часов в десять вечера на заводе №100 в большой комнате для совещаний Ж.Я. Котин собрал свою “гвардию”

* Излагается по информации т. Федоренко Я.Н. на совещании конструкторов, о котором сообщается ниже

заместителей, нескольких начальников ведущих конструкторских бригад и руководителей опытного производства на совещание "по весьма срочному вопросу". В комнате, где уже сидело человек 15, появляются в сопровождении Ж.Я. Котина — заместитель Председателя Совнаркома т. В.А. Малышев и командующий бронетанковыми силами Красной Армии т. Я.Н. Федоренко.

Малышев сообщил о том, что случайно захваченный на Ленинградском фронте новый гитлеровский тяжелый танк "Тигр", дает все основания считать, что немцы, готовясь к летнему наступлению, форсированно перевооружают свои ударные танковые соединения новыми мощными танками, типа захваченного "Тигра", способными не только противостоять нашим Т-34 и КВ, но и превзойти их по боевой ударной мощи.

Особое значение, подчеркнул Нарком, имеет вооружение "Тигра" пушкой калибра 88 мм, с начальной скоростью снаряда более 800 м/с, а также усиленная бронезащита. У танка "Тигр" высокая удельная мощность (двигатель 650 лс) и маневренность: 8 скоростная КПП, специальный планетарный механизм поворота и прочее.

"Что будем делать, товарищи конструкторы? Новый тяжелый танк ИС еще не готов к производству. Мощная его пушка калибра 122 мм все еще отрабатывается Ф.Ф. Петровым. У нас есть только один путь, одобренный Верховным Командованием, спешно, не медля ни одного дня, взяться за создание на базе КВ-ИС самоходных артиллерийских установок — САУ с мощным вооружением" Но какую артсистему можно разместить на КВ-ИС? Безусловно, надо брать пушку, находящуюся в настоящее время в серийном производстве.

Выступивший после Малышева т. Я.Н. Федоренко рассказал конструкторам о некоторых уроках боевого применения тяжелых танков и о первоочередной необходимости увеличить их боевую мощь.

Выступившие на совещании конструкторы полностью одобрили соображения и указания Наркома, отметив в то же время конкретные трудности решения задачи.

В это время в Танкограде в серийном производстве находился модернизированный тяжелый танк КВ-ИС.

В его конструкции включены существенные улучшения: 8-ми скоростная КПП (ведущий разработчик — Н.Ф. Шамшурин); введен планетарный механизм поворота, впервые в советских танках (ведущий разработчик — преподаватель Военной бронетанковой академии, инженер-подполковник — А.И. Благодравов); устанавливается совершенно новая конструкция основных узлов системы охлаждения дизель-мотора В-2 с некоторым уве-

личением его мощности; система зимнего обогрева; новые воздухофильтры; улучшающие изменения коснулись и ряда других узлов. Однако пушка калибра 76 мм оставалась прежней, с недостаточной начальной скоростью снаряда 660 м/с, что составляло только 60% бронепробивной силы снаряда пушки установленной на "Тигре".

Мальшев и Федоренко подтвердили срочнейшую необходимость создать на базе KB-1С мощную самоходку, превосходящую по огневой и ударной мощи новую гитлеровскую танковую технику.

На следующий день Ж.Я. Котин, вместе с двумя артиллеристами из КБ, вылетел в Пермь, на Мотовилихинский артиллерийский завод. Через сутки звонит мне оттуда: "Задержусь еще на 2-3 дня. Отгружаю на ж. д. платформе гаубицу 152 мм. Не теряйте времени, начните проработку, как ее одеть броней, чтобы вписать в габариты KB-1С, но так, чтобы неподвижная башенная надстройка не вылезала за имеющиеся габариты, включая и высоту (по башне)".

На следующий день платформа с гаубицей, установленной на тумбе, пришла на завод. За отсутствием грузоподъемных средств, ее затащили в механосборочный цех такелажным способом. Вызвали конструкторов, артиллеристов-башенщиков (возглавляли их Г.Н. Москвин, Г.Н. Рыбин), опытных дерево-модельщиков (Каспар и др.). По эскизным чертежам начали вокруг гаубицы (по-прежнему установленной на тумбе) из фанеры сооружать имитацию корпуса в предельно-допустимых габаритах (с учетом толщины стенок). Наибольшую трудность представляла задача: обеспечить пространство внутри башни для довольно большого отката пушки — (1 м). Однако, в дальнейшем, используя опыт разработки дульного тормоза пушки 122 мм, стали рассчитывать на более эффективное применение и здесь подобного тормоза и на снижение длины отката.

Вместе с тем, ствол орудия необходимо подать вперед и выдвинуть большим выступом тяжелую опору орудийного ствола и его



ТЯЖЕЛЫЙ ТАНК KB-1c.

качающуюся бронировку (“маску”), обеспечив хорошую балансировку всей подвижной системы.

В общем, к возвращению Ж.Я. Котина, главный вопрос: “вписывается или нет?” – решен положительно. Похоже, что удастся разместить до 20 штук 49-ти килограммовых фугасных снарядов.

К концу января 1943 года головной образец САУ-152 на заводе №100 был готов к ходовым и артиллерийским испытаниям. Менее чем за месяц!

Были большие сомнения, – выдержат ли при выстреле торсионы? Ведь отдача будет велика и мгновенна.

Морозный январский день. Первый выезд в песчаный карьер расположенный за заводом №100. Подготовились стрелять болванками весом 50 кг. Дистанция около 80 м. Выстрел. Сильный звуковой эффект. Машина дернулась, присела немного и откатилась почти на метр. Несколько балансиров катков дошли до упоров, но ничего не поломалось, все было цело. Комичным было только реагирование на выстрел Главного инженера опытного завода Э.М. Майдельмана: когда раздался выстрел, он от неожиданности упал на снег. “Ну, первая жертва!” – шутили мы тогда. Нужно, однако, сказать, что технологические вопросы при изготовлении САУ-152 он решал уверенно и умело.

Но самые горячие обсуждения были с представителями ГАУ – Главного артиллерийского управления Наркомата обороны. Специалисты ГАУ (инж.-подполковник П.Ф. Соломонов и другие) не имели данных и могли только расчетно оценить, какой будет траектория тяжелого фугасно-осколочного или бронебойного снаряда при выстреле из гаубицы 152 мм прямой наводкой. Сколько он пролетит, не воткнувшись в землю. Все выведенные таблицы стрельб (дальность, эллипс рассеяния) из гаубицы были составлены только для навесного огня. Наши сомнения и опасения можно разрешить только при испытательных стрельбах на полигоне. Во время войны Главный артиллерийский полигон ГАУ размещался в Чебаркуле – недалеко от Челябинска. Туда и направился наш САУ-152 27 января 1943 года.

Выехали с нами ведущие инженеры-испытатели: Дурановский и Севостьянов, а также представители ГАУ.

Мороз – около 30°С. Стрельба велась болванками по фанерным щитам (2x2 м): 500 м попадание; 800 м – попадание; 1000 м – попадание; вплоть до дистанции 1200 м – ура! – попадание в щит. Это значит, что САУ-152 может подавлять ДОТы и ДЗОТы противника, а также расстреливать его танки на значительном расстоянии и за САУ может, как за бронешитом, укрываться наша наступающая пехота.

Оптическое прицеливание — примитивное: вертикальная наводка на цель по скрещиванию шкал. Артиллерийская подготовка танкиста — элементарная. Была выявлена необходимость в лучшей отработке качающегося приспособления подачи снаряда и гильзы патрона в казенную часть орудия.

Надо отметить, что конструкторы и испытатели, а также работники цехов опытного завода в январе месяце 1943 года работали по две смены подряд, а иногда и круглосуточно, ночуя на заводе. Все понимали значение этой напряженной работы для фронта.

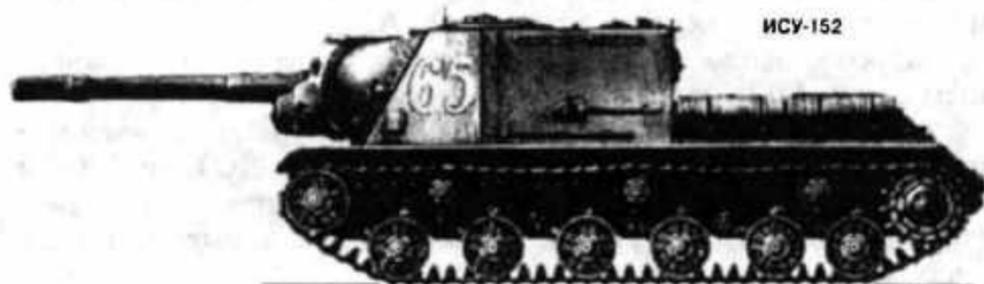
По этому поводу мрачно шутили: “Когда ночуем на заводе, семья довольна — просторнее в комнате, больше воздуха приходится на одного проживающего.”

Действительно, во время войны в Челябинск приехало несколько сот тысяч эвакуированных из западных районов страны. Для их размещения были заняты даже кухни в квартирах, а в комнатах размещалось по 2-3 семьи.

Характерным для представления о напряженности того времени был такой эпизод. Ж.Я. Котин (это было часов в 9 вечера) хватился, что на заводе и в КБ нет одного, другого, третьего начальника. Где они? Оказывается, и это было впервые за несколько месяцев, люди решили пойти коллективно с женами в кинотеатр, расположенный в центре города. В середине сеанса в кинозале зажигается свет и объявляется, таким-то и таким-то срочно прибыть на завод. Пришлось покинуть зал и получить от шефа дополнительные наказания в резкой форме. А вообще-то на заводе и в КБ никаких ЧП не было. Просто, Ж.Я. Котин не терпел такого отсутствия. Жены добирались домой без нас.

Параллельно с испытаниями САУ-152 велась подготовка рабочей конструкторской документации и согласование ее с технологами серийного производства Кировского завода.

Изготовление корпусов САУ-152, серийных деталей и узлов началось с февраля 1943 года. В марте уже были собраны первые машины.



АВТОНОМНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ БАШНИ. ВОЗДУХОФИЛЬТРЫ. ПУЛЕМЕТЫ ПВО НА САУ

Вскоре потребовалось незамедлительно решить несколько дополнительных задач, которые возникали из опыта боевого применения САУ-152.

Необходимо иметь противовоздушную защиту колонны самоходок. С этой целью решено установить на люке командира турель с двумя спаренными зенитными пулеметами калибра 12,7 мм. Эта задача решалась поистине по-ударному — за 2 недели установка вооружения была принята Военной приемкой и в производство выданы чертежи.

Второй аварийной задачей была отработка усиленной автономной системы вентиляции боевого отделения САУ-152, о чем я уже упоминал, рассказывая об осмотре новой танковой техники в Кремле. В успехе этой работы большая заслуга принадлежит группе гидродинамиков Ленинградского политехнического института во главе с доцентом А.Ф. Лесохиным, оказавшихся после эвакуации из Ленинграда включенными в состав исследователей экспериментального отдела опытного завода №100.

Увеличение производительности почти в 3 раза достигнуто при той же затрате мощности и в прежних габаритах размещения. Успех получен не методом “тыка”, а благодаря научно обоснованной организации экспериментальных работ.

Еще более сложная задача была решена по созданию новой конструкции воздухофильтра для дизельмотора.

Массовое применение танков в сражениях под Сталинградом и в степных районах Украины в летний период выявило плохую работу унифицированного масляного воздухофильтра, которым были оборудованы Т-34 и КВ. При большой запыленности воздуха фильтры пропускали в двигатели до 10% пыли. Форсированно шел абразивный износ поршневых колец и поверхностей цилиндров двигателя. В результате падала мощность двигателя и снижалась скорость движения танка. Мотор “не тянул”.

Необходимо было в короткий срок создать новую совершенную конструкцию с коэффициентом очистки пыли не менее 99%. Такая задача была успешно решена. С этой целью избрана конструкция, совмещающая мультициклоны — для грубой очистки от пыли и масляную ванну — для тонкой очистки.

В экспериментальном отделе завода №100 был спроектирован и сооружен специальный стенд. Он имел замкнутый циркуляционный контур, вентилятор, обеспечивающий необходимый расход воздуха, абсолютный фетровый фильтр, не пропускающий пыль, рабочий уча-

сток установки воздухофилтра и устройство для ввода навески пыли (применялась тончайшая цементная пыль) и ее распыла. На стенде замерялись с высокой точностью все необходимые параметры.

Работа велась непрерывно, круглосуточно, в течение 3-х зимних месяцев. Успешные данные испытаний подтверждены актом, подписанным военной приемкой.

В конце апреля 1943 года Ж.Я. Котин поручил мне вылететь в Москву в Наркомат для утверждения Наркомом чертежей воздухофилтра на серийное производство. Утверждение состоялось незамедлительно.

В этой работе большой творческий вклад внесли и конструкторы, и экспериментаторы Н.И. Иголкин, С.А. Сахарников, И.Н. Снагинский, Д.Е. Тагамлик.

Общее руководство работой Ж.Я. Котиным было возложено на меня. Так совершенствовался КВ-1С, а с ним и САУ-152. Эти усовершенствования были с успехом перенесены и продолжены на танк ИС и на САУ-152.

ЖЕЛЕЗНЫЕ РАДИАТОРЫ НА КВ-1С. ТАНК ИСПЫТЫВАЕТСЯ В ХОЛОДИЛЬНИКЕ. СИСТЕМА ЗИМНЕГО ОБОГРЕВА. МЕХАНИЧЕСКИЙ СТАРТЕР

В 1942 году конструкторы, совершенствующие танк КВ неожиданно столкнулись с еще одной труднейшей технической проблемой — с созданием радиаторов мотора из штампованного листового железа.

Еще в 1938 году при разработке проекта многобашенного тяжелого танка СМК и затем однобашенного танка КВ встретились трудности при проектировании системы охлаждения дизеля. Мощность мотора была значительна и в условиях весьма тесной компоновки мотора и трансмиссионного отделения, было очень не просто разместить необходимые поверхности охлаждения при малых сопротивлениях воздушного тракта, т.е. малой мощности для охлаждения.

Ж.Я. Котин в то время привлек меня и руководимое мной на заводе СКБ-1, занимавшееся авиационными турбинами, к разработке системы охлаждения нового тяжелого танка. У нас в СКБ-1 к этому времени накопился хороший опыт создания оригинальной конструкции компактных алюминиевых радиаторов. СКБ имело две аэродинамические трубы для экспериментальной отработки и оптимизации конструкции радиаторов. Разработана была и технология их серийного производства в опытном цехе СКБ-1. Радиаторы этой конструкции имели значительные преимущества перед

латунными, были приняты на вооружение и для некоторых самолетов (бомбардировщики СБ-РК, истребитель МИГ и др.). Их серийное производство в 1940 году было организовано в Москве на одном из авиационных заводов.

Конструкторы СКБ-1 также имели опыт и в проектировании экономичных осевых вентиляторов.

В порядке содружества в СКБ-1 под моим руководством был разработан для танка КВ весьма компактный алюминиевый радиатор (ведущие конструкторы и экспериментаторы инж. Е.П. Дедов, Г.А. Михайлов, А.Н. Стеркин) и экономичный осевой вентилятор (конструктор В. Голубев, погибший на фронте).

На Кировском заводе к концу 1940 года было организовано серийное производство алюминиевых радиаторов, перенесенное потом и на Челябинский Кировский завод. До этого времени поставки радиаторов для КВ осуществлялись опытным цехом СКБ-1.

И вот новая проблема. В начале 1942 года на завод поступило предупреждение: с осени алюминиевый лист и трубки для радиаторов поставяться не будут. В стране для танков нет алюминия. Все имеющиеся ресурсы будут выделяться только авиации. Латунных или медных труб и листов тоже нет. Следовательно, надо переходить на железо. И вот новая задача — срочно разработать новую систему охлаждения и новые радиаторы из “кровельного” железа, которые можно было бы вписать в существующее пространство моторного отделения без его особой переделки и переконфигурации. Задача весьма сложная.

Трудно создать и необходимые поверхности теплоотдачи радиатора, учитывая в несколько раз худшую теплопроводность железа по сравнению с алюминием. Но где взять мягкое тонкое листовое железо?

Вскоре нашли хорошее решение. Оказалось, что Верх-Исетский завод в Свердловске может катать тонкий (до 0,7 мм) лист из относительно мягкого малоуглеродистого железа типа Армко. Оно хорошо штампуются и сваривается. Разработали удачную дугообразную конструкцию радиатора, хорошо вписывающегося в пространство над вентилятором.

В полукольцевой заготовке выштамповываются в несколько рядов полукруглые водяные каналы, которые после роликовой сварки с ответным листом образуют трубки для воды, сходящиеся по концам в сборники-коллекторы. Образуется конструктивный модуль, который собирается в несколько рядов, будучи стянут коллекторными трубами для входа и выхода воды, подобно батареям для отопления квартир. Провели подробные испытания, все получается: и необходимая теплопроизводительность и сопротивление по воздуху небольшое.

Однако возникли серьезные опасения. Первое опасение: не будут ли сильно корродировать изнутри ничем не защищенные поверхности тонких железных стенок радиатора? Ведь достаточно маленькой дырочки при точечной коррозии и танк будет выведен из строя. Как доказать, что этого не надо бояться? Второе опасение: будет ли обеспечен полный слив воды из радиатора? Не слитая вода, оставшаяся в щелях и зазорах между сваренными роликовой сваркой листами на морозе замерзнет, будет рвать сварку и выведет радиатор из строя. На заполнение антифризом в условиях фронта полностью положиться нельзя. Необходимо провести экспериментальную проверку. Но где и как это сделать? Сейчас еще лето, до зимы далеко, а танки надо выпускать.

Против опасности коррозии химики предложили, по их мнению, единственно приемлемое средство — добавлять в воду системы охлаждения мотора — хромпик (коррозия будет идти, но медленно). А как с опасностью замерзания не полностью слитой воды? Появилась идея — можно провести испытания танка КВ-1С в Челябинском городском холодильнике, в котором, как мы выяснили, имеется крупногабаритная морозильная камера. В эту камеру можно свободно въехать на танке и закрыться. За неделю можно провести несколько циклов испытаний (спуск воды — замораживание — наполнение водой — разогрев — спуск воды — замораживание).

Разрешение на предоставление для наших испытаний камеры единственного в городе холодильника может дать только уполномоченный ГКО, первый секретарь Челябинского обкома КПСС т. Н.С. Патоличев. Надо обратиться к нему. Едем вместе с Жозефом Яковлевичем Котиным. Трудный разговор (“Вы же понимаете, что значит для города, освободить хотя бы на неделю самую крупную холодильную камеру”). Но взаимопонимание было быстро достигнуто: ответственность за надежность Челябинских танков, оборудованных беспримерными в технике железными сварными радиаторами, падает не только на конструкторов, но и на него — уполномоченного ГКО. Другого выхода нет. Здесь рисковать нельзя и придется разрешить. Но надо провести испытания в самый короткий срок — не больше недели.

Вспоминая об этом труднейшем и смелом для того времени решении, теперь, спустя 40 с лишним лет, я не могу отвлечься от мысли — какие же мы были молодые, решительные и смелые! Первому секретарю обкома было, так же как и Ж.Я. Котину только 34 года. Да и руководителям танковой промышленности — Малышеву, Горегляду, Зальцману тогда было менее 40 лет.

Испытания системы охлаждения КВ-1С в морозильной камере

холодильника прошли успешно (ведущий инженер Г. Бутырский). Главные опасения не подтвердились, но некоторые существенные поправки нужно было ввести. То, что пришлось пережить с созданием железного танкового радиатора, является наглядным примером, как в тылу, в условиях войны, при жесточайшем цейтноте и напряженности необходимо было идти на неизведанное практикой ответственной решение, связанное с большим техническим риском, опираясь только на инженерный опыт, интуицию и короткий экспресс-эксперимент.

В период тяжелого военного лета 1942 года конструкторы-кировцы решили и ряд других неотложных задач по совершенствованию тяжелых танков. Была создана система зимнего обогрева танков на стоянках при выключенном моторе. С этой целью разработан специальный крупнофитильный керогаз и специальный нагреватель воды и масла, подключенный к основной системе охлаждения. Это устройство сэкономило танковое топливо и сберегало моторесурс дизеля (разработчики Е.П. Дедов, Г.А. Михайлов и другие). Ведь на фронте в зимнее время танки без движения находятся на исходной позиции по несколько часов и суток.

Опыт массового боевого применения танков указал на необходимость иметь на танке, наряду с электростартером, ручной механический стартер, чтобы при посадке аккумуляторов или неисправности электростартера можно было, сидя в башне танка, завести рукояткой дизель-мотор. Эта задача была успешно решена (ведущий конструктор П.Е. Саблев). В экспериментальном цехе завода №100 был создан специальный стенд, позволивший в короткие сроки довести механический стартер, обеспечив технические требования бронетанкового управления НКО.

В 1943 году была начата совместная с кафедрой гусеничных машин имени Баумана (доцент Зайчик) разработка компактной КПП планетарного типа.

Летом 1943 года немцы одновременно с танками “Тигр”, “Пантера” и САУ “Фердинанд” пытались применить еще одно тотальное средство — самодвижущуюся (2 мотора мощностью по 4 кВт — работающие от аккумуляторов) танкетку-торпеду, управляемую дистанционно по проводам (на расстоянии 250 м).

Боевое применение этого нового оружия гитлеровской армией оказалось неудачным. Но все-таки, по указанию Ж.Я. Котина в КБ завода №100 было развернуто проектирование нашего ответного оружия с применением иной, более надежной, технической концепции. Разрабатываемая нами танкетка-торпеда получила звонкий индекс “ЗН”, что означает “Злоба Народная”.

Однако, после подробного изучения, было признано нецелесообразным, передавать проект “ЗН” в производство, ввиду очевидной неэффективности боевого применения такого типа оружия.

8 АВГУСТА 1943 ГОДА. СМОТР НОВЫХ УРАЛЬСКИХ ТАНКОВ В КРЕМЛЕ

В середине июля 1943 года в разгар ожесточенных танковых сражений на Курско-Орловской дуге поступило указание Ставки: доставить к 1 августа из Танкограда в Москву для показа Верховному Главнокомандующему образцы новой танковой техники, созданной в условиях войны уральцами. ГКО в это время предстояло принять решение о серийном производстве взамен устаревшего танка КВ – нового тяжелого танка названного ИС (“Иосиф Сталин”), а также скомпонованную на его базе самоходную артиллерийскую установку САУ-152, отлично проявившую себя в боях под Белгородом, Курском и Орлом. Несколько сотен САУ-152 на базе КВ-1С – модернизированного тяжелого танка КВ, были изготовлены в Танкограде в марте-июле 1943 года и участвовали в решающих танковых сражениях на Белгородско-Курском плацдарме. Там же успешно проявили себя и уралмашевские САУ-100 – самоходные артиллерийские установки с зенитными пушками, установленные на базе Т-34.

Исход Курско-Орловской битвы уже складывался в нашу пользу, однако, до дня Победы было далеко и обеспокоенность Верховного Главнокомандующего за дальнейшее усиление наступательной танковой мощи Советской Армии была понятной, особенно в свете крупномасштабного танкового перевооружения гитлеровской армии (танки “Тигр”, “Пантера”, САУ “Фердинанд”).

Помню, поздно ночью меня вызвал на завод Ж.Я. Котин и сообщил, что принято, согласованное с директором Кировского завода и Уральского комбината тяжелых танков, а также с руководством Наркомата, решение о составе направляемого в Москву эшелона с образцами новых боевых машин, и что мне, как его заместителю, поручено возглавить эту ответственную экспедицию. Вместе с моим помощником – начальником сборочного цеха завода №100 т. Носовым Г.П., я должен начать немедленную материальную подготовку и формирование личного состава экипажей. Было решено направить на 6 железнодорожных платформах 6 образцов машин: 2 танка ИС с различным вооружением – с пушкой 122 мм; Д-25Т, разработанной в Свердловске под руководством Ф.Ф. Петрова и с 152 мм пушкой; 2 САУ на базе танка ИС: одна с гаубицей

152 мм, использующая проверенный опыт установок САУ на базе танка KB-1С, другая — с пушкой 122 мм; 2 самоходки САУ-100, созданные на Уралмаше на базе Т-34 (гл. конструктор Горлицкий).

В состав эшелона включен также товарный вагон, где мы расположили: дизельное топливо, смазку, запчасти, среди которых был дизель В-2, а также инструмент и необходимую оснастку для сборочных операций. В пассажирском вагоне размещалась вся команда — всего 28 человек.

Экипаж каждой машины состоял из опытных водителей-испытателей, мотористов, трансмиссионщиков, а также ведущего инженера-испытателя, выполнявшего роль командира.

В Москву наш “танковый эшелон специального назначения” прибыл 31 июля. Ехали без задержек, по “зеленой улице”. Разгрузились на станции Московской окружной дороги в Черкизово и разместились в пустом сборочном цехе эвакуированного на восток завода №37.

Прошло несколько дней ожидания, а команды “сверху” все не было. Весь состав экипажей жил в бытовках завода на казарменном положении. На осмотр прибывшей техники появлялись время от времени гости: высший командный состав Управления бронетанковых сил, руководители Наркоматов: танковой промышленности и вооружений, Академии бронетанковых войск. Особенно запомнился ночной визит Д.Ф. Устинова, в то время наркома вооружений. Он облачался в комбинезон и залезал внутрь машин, пытливо осматривал боевое отделение и обстоятельно расспрашивал, задавая подчас сложные вопросы.

Чтобы с пользой для дела использовать большое свободное время, мы организовали для экипажей ежедневную техническую учебу и политбеседы.

5 августа 1943 года, по случаю освобождения от немецких оккупантов городов Белгород и Орел в Москве впервые прозвучали пушечные салюты. Темное августовское небо Москвы впервые за прошедшие два года войны расцветивали яркие фейерверки. Сколько радости и надежд было у всех москвичей и у всех нас — уральцев, до боли в сердце ощутивших эти долгожданные сигналы приближающейся Победы!

Экипажам нашего танкового отряда, тревожно ожидавшим команды, становилось теперь понятным, почему о нас забыли в Кремле. 7 августа Ж.Я. Котин сообщил мне, что накануне ночью состоялось решение ГКО: танки и самоходки ИС принимаются на вооружение, но нужно срочно откорректировать рабочие чертежи, а кое-что в конструкции улучшить. Внесен ряд замечаний и требований со стороны бронетанковых войск. По срочно откорректирован-

ным чертежам Кировский завод должен за 3-4 недели изготовить два усовершенствованных образца танков, которым был присвоен индекс ИС-2. Так и произошло. Решением от 31 октября 1943 года ГКО после успешных испытаний принял танк ИС-2 на вооружение Советской Армии. Как известно ИС-2 показал себя боевой машиной, превосходящей по всем статьям гитлеровские “Тигры” и “Пантеры”. А сегодня — 7 августа, Главный конструктор, т.е. он — Котин, должен немедленно вылететь на завод в Челябинск, а мне предстоит без него выполнить нашу ответственную миссию. “Так что, Николай, держись! Надеюсь, все будет хорошо!” — закончил, со свойственной ему озорной улыбкой, наш Жозеф Яковлевич.

8 августа Первый зам. Наркома т. Горегляд приказал мне с утра быть в Наркомате. В 11 часов утра он вызвал меня в свой кабинет: “На моей машине немедленно выезжайте к Вашему отряду в Черкизово. Сейчас же позвоните своему помощнику и объявите готовность №1. За 40 минут весь отряд должен прибыть в Кремль. Ехать надо через Разгуляй. По дороге Вас встретит Нарком товарищ Малышев. От него получите необходимые указания. Желаю успеха!”

Через 15 минут я уже был среди возбужденных товарищей и экипажей танкового отряда. Машины были выведены из цеха и построены на заводском дворе.

Мы выехали из полупустынного Черкизова по Русаковской и свернули на Красносельскую улицу, мимо Елоховского собора двинулись по прямой через Покровские ворота, по Маросейке (ныне улица Богдана Хмельницкого). У Разгуляя нас встретил нарком т. Малышев. Он спросил, все ли нормально, и дал указание, двигаться прямо к Ильинским воротам.

Весь маршрут следования к Кремлю я должен был находиться на головной машине — танке ИС и, держась за поручни сбоку башни, стоял с флажком у открытого люка командира так, чтобы мог видеть всю колонну и сигнализировать следовавшим за нами машинам.

Тяжелый танк ИС-2



Только что успел удалиться автомобиль Наркома, как наше движение по улице сильно осложнил выехавший с Ново-Басманной улицы на площадь Разгуляй длинный конный обоз, состоящий из двух десятков нагруженных мешками грузовых телег, которые не спеша тянули битюги — дюжие ломовые лошади-тяжеловозы (откуда их только взяли?). Так тогда, на лошадиной тяге, снабжалась опустевшая Москва. Обоз занимал середину улицы, и его надо было оттеснить к тротуару. Движение танковой колонны пришлось многократно тормозить (а у нас времени в обрез) и это вызывало беспокойство. Танки ИС впервые были оборудованы планетарным механизмом поворота, что требовало от водителя уметь управлять не одним, а двумя тормозами. Я боялся: с непривычки и, учитывая понятное волнение, не пережгли бы тормоз выключения и включения планетарки, тогда не доехать до Кремля. Здесь — обошлось. Обогнали обоз, но когда поравнялись с политехническим музеем — новое осложнение. Я полагал, что мы по Ильинке (ул. Куйбышева) должны выехать на Красную площадь и через Спасские ворота — в Кремль. Но вдруг перед первой машиной выявилось несколько военных. Потребовали немедленно остановиться. Я не понимал, в чем дело. В это время появился инженер-полковник Петр Клементьевич Ворошилов (сын К.Е. Ворошилова), многие годы работавший военпредом на Кировском заводе в Ленинграде. Он подробно объяснил задержавшим нас военным, кто мы и куда следуем. Оказывается, нам следовало идти вниз, под горку, через площадь Ногина и, обогнув Кремлевскую стену по набережной Москвы-реки, въезжать в Кремль через Боровицкие ворота. Значит, под горку, с поворотами? И снова объяло беспокойство, водители ведь тоже едут по такому маршруту, как и я, в первый раз.

Московские улицы в то время были почти безлюдны. Среди прохожих больше — люди в шинелях. Вдоль тротуаров, на некоторых участках московских улиц, проложены водопроводные трубы, видимо, для аварийного водоснабжения. И, что особенно было заметно и необычно, на улицах почти не видно автомобильного движения. Изредка только прозвонит, торопливо простучит трамвай, или промчится грузовик. Дыхание близкого фронта ощущалось и на затемнении улиц, и на всем облике домов с зашторенными окнами. Действительно, фронт от Москвы был совсем недалеко, всего в 350-300-х км (Велиж, Вязьма, Орел). В городе действовал комендантский час, после 10 часов вечера и до утра без пропуска по улицам ходить нельзя...

Наконец, наша колонна благополучно повернула с набережной, поднимаясь в проезд к Боровицким воротам. И тут — стоп! Нас опять остановили военные и, после краткого объяснения, при-

казали всем, кроме водителей, из танков выйти. После этого в каждую машину через командные люки влезло по военному. Разрешается сопровождать колонну мне, как начальнику отряда, и моему заместителю (т. Носову). Можно себе представить, сколь неожиданно и глубоко было огорчение моих товарищей (а их 20 человек): так напряженно готовиться несколько недель, доехать до Кремля и быть у самых его ворот (“у врат царства” — как потом горько шутили мы, вспоминая название пьесы Ибсена) и вот — нужно теперь стоять на торцовой мостовой у зеленого Александровского сада и ждать, когда вернуться машины после их осмотра Верховным Главнокомандующим. Однако, в то суровое военное время, несмотря на столь большое огорчение, наши люди понимали, что так, видимо, надо... Конечно, по возвращении из Кремля на свою базу в Черкизово, мы с Носовым, а также водители машин, удостоившиеся великой чести — быть в Кремле, видеть вождя страны (в тот период это было все равно, что увидеть самого бога) и его соратников, подробно, в деталях рассказали всем о виденном и слышанном.

Как же проходил смотр новой танковой техники в Кремле? Оставив основную часть своего отряда за стенами священного Кремля, у меня было состояние особой напряженности и тревоги. Вот миновали Кремлевский дворец, поднялись к Царь-колоколу, проехали мимо Царь-пушки и развернулись лицом к зданию Верховного Совета, построившись (здесь уже действовали военные распорядители) между зданиями Арсенала и Верховного Совета. Крайняя головная машина ИС расположилась почти против входа в здание Верховного Совета, где размещались в то время и Ставка Верховного Главнокомандующего.

Спереди и сзади каждой машины расставлены посты. Мы с Носовым старались использовать паузу и начали вытирать со ствола пушки и башни головной машины осевшую пыль. Но не успели. В это время раздалась команда “смирно!”. Из выходной двери Ставки видим: вышел Сталин. За ним в 2-3 шагах члены ГКО: Молотов, Ворошилов, Берия; в 3-х шагах сзади них — группа, среди которых узнаем: нарком танковой промышленности т. Малышев, командующий бронетанковых сил Федоренко, начальник бронетанкового управления наркомата обороны Афонин, а также (как потом выяснили) начальник Генерального штаба Антонов, начальник оперативного управления Генштаба Штеменко и еще двое неизвестных. Мы с Носовым стояли у головного ИС и чувствовали себя очень напряженно. Ворошилов увидел нас, поднял руку и негромко, но бодро сказал: “Привет кировцам!” Сталин был в летнем пальто защитного цвета, не имевшим знаков разли-

чия, в фуражке, в высоких сапогах. Рябое, землистого цвета неподвижное строгое лицо, знакомое по портретам, полуседые усы и седеющие виски черных волос. Сталин подошел к головной машине ИС и задал Малышеву вопрос о двигателях танков, о километраже, который дизели могут работать без ремонта, а также о ресурсе гусениц (траки в это время изготавливались из менее износостойкой кремнистой стали вместо марганцовистой стали Хатфильда (16% марганца) в связи с острым дефицитом марганца).

Потом, указывая пальцем на длинноствольную пушку (калибра 122 мм) с дулеобразным наконечником, воздушным тормозом отката, Сталин заметил, что это внушительное и сильное оружие подходит для тяжелого танка, а вот гаубица — это не для него, в боях доказала, что хороша для тяжелой самоходки. Нужно отметить, что рядом с головной машиной стоял вариант танка ИС с пушкой 152 мм. Третьей в ряду машин стояла сильно бронированная артиллерийская самоходка с гаубицей 152 мм — внушительная САУ-152 ИС. Было известно, что подобные самоходки (но на базе KB-1С) отличились в боях на Курско-Орловской дуге. Сталин, видимо, хотел ближе ощутить это грозное оружие, прозванное “Зверобоем” (за успешное уничтожение гитлеровских “тигров” и “пантер”), и, резко оторвавшись от своей свиты, направился к САУ-152. Неожиданно для всех он самостоятельно начал влезать на самоходку и легко поднялся на корпус машины. Мы такого случая не предусмотрели и не взяли с собой каких-либо подъемных трапов или устройств, а попытка генерала Афонина поддержать Верховного за локоть, была его резким движением руки отвергнута. “Ну, что же, 64 года — это еще не дряхлость”, — подумал я, глядя на эту сценку. Мне было тогда 37 лет и возраст за 60 я, как и многие в моих годах, считал глубоко старческим. Теперь, спустя 40 лет, оценки и у меня — другие...

Поднявшись на корпус машины, Сталин придвинулся к открытому командирскому люку башни, где находился только водитель и офицер из охраны и, нагнув голову над люком, обратился с вопросом: “А как обстоит дело с вентиляцией боевой башни?”. Ответить на этот вопрос военный товарищ, конечно, не мог, но в это время не растерялся водитель САУ-152, квалифицированный испытатель опытных танков Костя Трифонов. Здесь большую услугу оказала проведенная нами техническая учеба со всем персоналом танковой колонны во время томительного недельного ожидания на Черкизовской базе. И Трифонов блестяще (как выяснилось потом из доклада) ответил Главнокомандующему на его вопрос: “Товарищ Сталин, для этих самоходов отработана улучшенная вентиляция, она в три раза имеет больший расход воздуха

и опасность задымления и недопустимого загазовывания башни газами от выстрелов теперь устранена". (Речь идет о пороховых газах, выходящих из неventedуемого отвода пушки после выстрелов, а также газах, выходящих из гильзы снаряда, падающей после выстрела внутрь боевого отделения). Дело в том, что конструкторы САУ-152, установленной на базе KB-1С, допустили крупную ошибку, они не учли, что во время боя почему-либо может остановиться дизель-мотор. Тогда отсос, вентилятором системы охлаждения дизеля, скопившихся в боевом отделении ядовитых пороховых газов, в том числе угарного газа (СО) через жалюзи моторной перегородки — не происходит, и башня может вентилироваться только с помощью двух потолочных вентиляторов, вращаемых мало мощными электродвигателями, питаемыми от аккумуляторов. При этом выходные отверстия для выброса воздуха от вентиляторов в атмосферу сильно затеснены бронированной защитой.

Действительно, в первые недели боевого применения САУ-152 (на базе KB-1С) были получены тревожные сообщения с фронтов о нескольких случаях гибели танкистов от угарного газа, не удаляемого из башни в разгар боя при стрельбе из гаубицы при внезапно заглохшем двигателе. Была поставлена срочная задача: устранить дефект, в кратчайшее время отработать автономную систему потолочной вентиляции башни. На заводе №100 за несколько дней был сооружен специальный стенд, где были имитированы все условия загазованности и вентиляции башни во время боя. Работа велась круглосуточно. Через две недели удалось почти без увеличения мощности двигателя, за счет создания лучшей гидродинамики рабочего колеса и рациональных форм бронирования выхлопа, увеличить почти в три раза производительность вентиляционной системы. К счастью, обо всем этом хорошо был информирован водитель самоходки Трифонов, отвечавший на вопросы Главкомандующего, возможно и не подозревавшего, что ему компетентно отвечает не инженер, а рабочий.

Во время осмотра всего танка, длившегося около 25 минут, кроме Сталина, никто из его свиты вопросов не задавал. Некоторые только коротко и негромко переговаривались между собой. По окончании осмотра Сталин, обращаясь к его окружению, сказал: "Вот на этих танках и будем кончать войну". Эти оптимистические слова тогда меня поразили.

В это время в моем воображении возникали картины все еще продолжающихся ожесточенных танковых боев на Курско-Орловской дуге, здесь же, в Кремле, спокойно и уверенно предопределяется, когда и как окончательно победить смертельного врага.

Возвращаясь в здание Ставки, Сталин шел снова один впер-

ди, в двух-трех шагах от него шли члены ГКО, за ними, тоже с разрывом — остальные. Четкая, поразившая меня, субординация!

Обратный путь из Кремля мы передвигались по улицам Москвы на больших скоростях, ободренные успешно выполненной ответственной миссией. У Боровицких ворот мы снова посадили в машины высаженных товарищей, весь наш огорченный, ожидающий десант.

“Ну, что же, — невольно успокаивали мы товарищей, — важно, что сделано дело. Нарком Малышев просил передать всем вам благодарность и пожелание успехов в дальнейшем усовершенствовании новых узлов машин и быстрейшем освоении серийного производства и ускорении передачи их в танковые войска”.

Через сутки весь наш уральский эшелон двигался в Танкоград, но теперь уже не по “зеленой улице”, а с многочасовыми задержками, в смешанных составах, к каким только поездам можно было нас прицепить. Не обошлось без происшествий, которые начались в Ульяновске. Большая группа (12 человек) товарищей из наших экипажей пожелала посмотреть в городе Ленинские места и, по недоразумению, отстала от внезапно ушедшего, подцепленного к проходящему поезду, эшелона. Она должна была почти двое суток догонять свой поезд и только на последнем перед Челябинском перегоне пересела в свой вагон. Так, через неделю, прибыли в Челябинск, в родной Танкоград. Утомленные, но удовлетворенные сознанием выполненного ответственного поручения. Ведь мы были посланцами огромных трудовых коллективов уральских танкостроителей в столь трудное и переломное время Великой Отечественной войны.

На широком дворе Кировского (ныне снова Тракторного) завода, между механосборочным и инструментальным цехом, в конце первой смены на митинг собрались десятки тысяч тружеников гигантского завода. День стоял солнечный, теплый. Предоставленное мне слово для рапорта о выполнении задания и об осмотре в Кремле Верховным Главнокомандующим новой танковой техники, созданной на Урале, в тяжелых условиях войны, было воспринято многотысячной массой с большим вниманием, а слова Сталина, что “на этих танках будем кончать войну” вызвали гром радостных аплодисментов.

Однако многие задумывались: а где конец войны, когда он наступит? Ведь война еще идет в самом центре европейской части страны: еще зажат блокадой Ленинград, враг находится на Украине и совсем недалеко от Москвы. Когда я закончил свое выступление, меня на трибуне отозвал в сторону секретарь парткома завода и спросил: “Николай, ты здесь не напутал, не ослышался, действительно ли Сталин так и сказал “будем кончать войну?”.

Эти слова Главнокомандующего вызвали чувство уверенности в нашей победе, они ободряли всех тружеников тыла, ковавших денно и нощно победу над врагом. Но до конца войны, до дня Победы еще оставалось почти целых два года...

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРЕМИИ СОЗДАТЕЛЯМ ТАНКОВ В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ВОЙНЫ

Творческие достижения в создании первоклассной отечественной танковой техники и ее непрерывном совершенствовании в процессе крупносерийного производства в период Великой Отечественной войны ярко отражены присуждением Государственных (в то время Сталинских) премий.

Учрежденные в 1940 году Сталинские премии за выдающиеся работы в области науки, литературы и искусства, а также за выдающиеся изобретения, в том числе военные, были впервые присуждены Правительством перед самой войной, весной 1941 года. Постановлением СНК СССР №536 от 14 марта 1941 года по разделу "выдающиеся изобретения" удостоен премии первой степени начальник конструкторского бюро Кировского завода Ж.Я. Котин "за разработку конструкции нового типа танка", т.е. за создание первой отечественной конструкции тяжелого танка КВ. Так высоко было отмечено это техническое достижение в укреплении оборонной мощи страны. Одновременно главный конструктор Харьковского завода Т.П. Чухахин был удостоен премии второй степени за разработку новой конструкции дизеля для танков. Огромное значение имела также выполненная в 1941 году разработка технологии производства литых танковых башен, отмеченная Сталинской премией третьей степени (В.С. Ниценко, А.С. Завьялов, Д.Я. Бадягин, В.С. Емельянов и др.)

Спустя год, в тяжелый период первого года войны, Сталинской премии "за разработку конструкции нового типа среднего танка" были удостоены (постановление СНК СССР №485 от 10.04.42): А.А. Морозов, М.И. Кошкин и Н.А. Кучеренко — инженеры-конструкторы завода №183. Так было отмечено, как выдающееся изобретение за 1941 год, создание непревзойденного гитлеровской Германией среднего танка Т-34.

Новые крупные достижения советского танкостроения в напряженнейший период первых полутора лет Великой Отечественной войны отмечены постановлением СНК СССР №342 от 22 марта 1943 года по разделу "За выдающиеся изобретения за 1942 год". Сталинская премия первой степени была присуждена

главному конструктору Кировского завода Ж.Я. Котину, главному инженеру С.Н. Махонину, заместителю главного конструктора Л.С. Троянову, а также главному конструктору завода №9 Ф.Ф. Петрову и главному конструктору завода №172 С.П. Гуренко “за разработку нового вида артиллерийского вооружения”, т.е. за создание мощных артиллерийских систем и снаряжение ими САУ на базе тяжелых танков.

Этим же постановлением за разработку модернизированного тяжелого танка КВ-ИС, оснащенного новыми усовершенствованными конструкциями важнейших узлов и создание на его базе САУ-152 Сталинской премии второй степени удостоены 10 конструкторов, среди них: Н.Л. Духов – заместитель главного конструктора Кировского завода, инженеры: Н.Ф. Шамшурин, Л.Е. Сычев, Г.А. Михайлов, А.Н. Стеркин, А.Ф. Лесохин, Е.П. Дедов, А.С. Ермолаев – главный конструктор завода №100, Н.М. Синев – зам. главного конструктора завода №100 и А.И. Благонравов – инженер-подполковник. В тексте постановления о присуждении этой премии указано: “За усовершенствование конструкции тяжелых танков”.

Наряду с высокой оценкой создания САУ-152 на базе КВ-ИС разработчики САУ-100 на базе Т-34 были удостоены Сталинской премии второй степени за 1942 год. В числе их бывшие артиллеристы-кировцы: заместитель главного конструктора Уралмашзавода Л.И. Горлицкий и старший инженер-конструктор Н.В. Курин.

Обе САУ принимали весьма эффективное участие в танковых сражениях и отличились в боях на Курско-Орловской дуге.

За 1942 год Сталинская премия второй степени присуждена ученым-технологам во главе с членом-корреспондентом АН СССР В.П. Вологдиным “за разработку и внедрение в производство нового метода высокочастотной закалки поверхностей стальных изделий”. Группа проф. Вологодина весь период войны работала на опытном заводе №100 в составе инженерного исследовательского коллектива. Разработанная ими поверхностная закалка зубчатых шестерен и других нагруженных деталей токами высокой частоты обеспечивала высокую надежность и износостойкость.

Как крупнейшие достижения в коренном усовершенствовании методов производственной работы за 1942 год, отмечены Сталинской премией второй степени работы металлургов Магнитки по технологии производства сложных профилей проката, обеспечивающие увеличение выпуска военной продукции. Среди награжденных кировцы: А.Н. Барам (технолог-прокатчик) и Г.А. Серегин (конструктор-разработчик ходовой части танка). За разработку и внедрение в промышленность новых малолегированных марок ста-

лей для траков танковых гусениц премией третьей степени награждены за 1942 год металлурги Наркомтанкопрома и его заводов (В.А. Чернушевич, Г.И. Марголин, А.Г. Веденов и др.). В ходе Великой Отечественной войны хорошо проявили себя в боях легкие отечественные танки и бронемашины, отмеченные Сталинскими премиями за 1942 год (Н.А. Астров, А.А. Липгарт и др.).

Таков краткий обзор, суммирующий высокую оценку Правительством и Партией творческого вклада в оборонную мощь страны конструкторов, технологов, металлургов и организаторов производства отечественного танкостроения, их вклада в грядущую Победу, внесенного в тяжелых условиях войны. Все это еще раз подтверждает значение создания и всемерного укрепления творческого потенциала конструкторов, технологов, экспериментаторов и опытного производства, активно и напряженно работающего над усилением и совершенствованием оборонного арсенала страны не только в мирное время, но и в самый трудный период войны.

НАЗРЕВШИЙ ВОПРОС ОРГАНИЗАЦИИ НИИ.

СОЗДАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА ПО ТАНКАМ

Структура опытного завода №100, основные задачи и практика его работы содержали в себе основу организации для создания научно-исследовательского конструкторского института танковой промышленности. Необходимость в этом ощущалась уже в первые годы войны. И нарком танковой промышленности СССР Малышев В.А., и руководители Бронетанкового управления Министерства обороны понимали, что для создания новой бронетанковой техники, превосходящей и опережающей вооружение противника, недостаточно иметь только конструкторские коллективы, нужны ансамбли разработчиков, ученых, исследователей, специалистов технологов, испытателей. Нужна при КБ сильная собственная опытно-производственная и экспериментальная база, обеспечивающая в короткие сроки создание и обработку во взаимодействии с промышленностью, новых совершенных конструкций бронетанковой техники, запуск и освоение ее в серийном производстве.

После показа в Кремле новой техники Ж.Я. Котин, являвшийся тогда по совместительству и заместителем наркома, загорелся идеей создания НИИ танкостроения (НИИТ) в Москве, используя в качестве основной опытной производственной базы здания, сооружения и оборудование завода №37. В Москве есть кадры, в Кубинке создан полигон Бронетанкового управления НКО, в МВТУ создан специальный факультет гусеничных машин, в

Москве работает Военная бронетанковая академия.

Практическая подготовка проекта постановления Государственного комитета обороны СССР была поручена мне. В конце сентября 1943 года после консультаций со специалистами наркомата, проект постановления ГКО был показан В.А. Малышеву. Вячеслав Александрович внимательно прочитал и сказал: “Ну, что ж, такой институт действительно нужен. И хорошо было бы его иметь еще до войны. Но пока с этим вопросом выступать преждевременно. А вот, что следует безотлагательно сделать — это организовать выпуск научно-технического журнала танковой промышленности. Вот я Синева знаю по МВТУ, как организатора и хорошего редактора студенческой многотиражки — газеты “Бауманец”. Считаю, что ему и нужно поручить по совместительству организацию и научно-техническое редактирование ежемесячного журнала. Назовем его “Вестник танковой промышленности”. А ответственным редактором пусть будет Ж.Я. Котин. В редакционную коллегияю надо включить наших крупных специалистов танкового дела. Подготовьте приказ”.

Так закончилась наша инициатива по организации НИИТ.

Приказ об издании журнала — органа НКТП был подписан наркомом 30 сентября 1943 года. В течение следующего года вышло 12 номеров журнала “Вестник танковой промышленности” с грифом “для служебного пользования”, тиражом 1000 экз. Журнал получил одобрение и признание специалистов танковой промышленности и бронетанковых войск Красной Армии. Утвержденная наркомом Программа журнала включала следующее основное его содержание: рассмотрение и анализ конструкции и основных технологических вопросов производства танков, артсамоходов, танковых моторов и агрегатов танкового оборудования наших врагов и союзников, а также отечественных образцов; научно-технические статьи по отдельным вопросам расчета, конструирования, производства и эксплуатации бронетанковой техники; металлургии и материалов, применяемых в танкостроении; статьи по вооружению танков, по методике испытаний и исследований; рефераты; хронику; библиографию.

В первом году своего издания в “Вестнике танковой промышленности” были напечатаны такие характерные статьи, актуальные для того времени:

- Обогрев танков зимой на стоянках и в движении
- Износоустойчивость пары: трак — палец трака
- Применение высокочастотной закалки в танкостроении
- О расчете потребных мощностей на поворот танка при различных механизмах поворота
- О причинах поломок шестерен КИП Т-34

- Метод сравнительной оценки танковых подвесок
- Немецкие тяжелые танки (обзор)
- Немецкие танковые двигатели
- Новый немецкий тяжелый танк “Тигр-В”
- Конструкция механизма поворота танка “Пантера”
- Немецкая танкетка — торпеда
- Артиллерийское вооружение немецких танков и самоходок (обзор)
- Бронепойные снаряды немецкой противотанковой артиллерии (аналитический обзор)
- Американский танк истребитель М-10
- Английский средний танк “Кромвелл”
- Гидропривод башни американского танка “Шерман”

Необходимо отметить еще одну примечательность номеров журнала, выпускавшегося в 1944 году, — на его титульном заглавном листе вверху напечатан жирным шрифтом лозунг “Смерть немецким оккупантам!”.

Мое назначение (в июне 1944 года) директором филиала завода №100 на Ленинградском Кировском заводе для помощи заводу в восстановлении танкостроения имело также ввиду: создать более удобные условия для выполнения мною, по совместительству, обязанностей заместителя ответственного редактора и научно-технического редактора журнала.

С 1945 года, ввиду перегруженности по основной работе в филиале завода №100, я был освобожден от работы по редактированию журнала, оставаясь некоторое время членом редколлегии.

В числе больших достижений опытного завода №100 по созданию научно-технической информации по танкам в период Великой Отечественной войны нужно отметить выпуск нескольких оригинальных (художник В. Добровольский) разрезных альбомов, выполненных на прозрачной пленке: по конструкции танка ИС, Т-34, дизельмотора В-2. Эти наглядные альбомы имели большое значение для обучения танкистов. Создатели их были награждены орденами и медалями. На высоком уровне было создано хорошо иллюстрированное (худ. А.А. Малышев — брат наркома) и методично изложенное (автор Н.В. Халкиопов) “Руководство по эксплуатации тяжелого танка ИС”.

Безусловно и издание журнала, и развертывание научно-технической информации по бронетанковой технике в других формах на опытном танковом заводе №100 — все это наращивало необходимый потенциал для создания (уже после войны) научно-исследовательского института по танкостроению, которому суждено было появиться на родине советских тяжелых танков.

Н.М. Синев

**ОБОГАЩЕННЫЙ УРАН ДЛЯ АТОМНОГО
ОРУЖИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ**

ЗАДАЧА НОМЕР ОДИН

В этом материале впервые публикуются сведения по истории начального этапа создания в СССР уникальной по новизне и научно-техническому содержанию технологии и промышленности, производящей высокообогащенный уран*. В работе освещены события, относящиеся к 1945-1952 годам, т.е. самых трудных первых лет рождения, становления и развития советской урановой промышленности, одного из решающих направлений в создании ядерной мощи страны.

Возможность изготовления атомной бомбы из высококонцентрированного ^{235}U была установлена учеными еще до того, как в 1941 году был открыт тяжелый элемент — ^{239}Pu , который рождается из ядер основного изотопа — ^{238}U (в природном уране его содержится 99,3%). Форсированная разработка технологии и создание уникальной промышленности по получению высокообогащенного урана — одна из главных и первоочередных задач в программе США по созданию ядерного оружия (Манхэттенский проект). Начатые США в 1940 году, а затем широко развернутые интенсивные научные исследования и разработки успешно завершились сооружением и вводом в эксплуатацию весной 1945 года в Ок-Ридже (шт. Теннесси) первого в мире газодиффузионного завода. Из первых килограммов полученного здесь высокообогащенного урана в июле 1945 года была изготовлена авиабомба, сброшенная над Хиросимой.

Мощная американская промышленность, усиленная за годы войны привлечением к работам по атомной программе талантливейших ученых и инженеров, многие из которых бежали из гитлеровской Германии и оккупированных ею стран Западной Европы, позволила США за военные пять лет успешно решить сложнейшие задачи по созданию промышленной технологии и вводу в эксплуатацию первых промышленных мощностей, необходимых для получения атомного оружия.

* Высокообогащенный уран, содержащий 90% и более изотопа ^{235}U , что примерно в 130 раз выше его стандартного содержания (0,71%) в природном уране, наряду с ^{239}Pu является главным взрывчатом материалом, используемым в атомном оружии.

Сроки поджимали. Война в Европе в мае 1945 года завершилась разгромом и капитуляцией гитлеровской Германии, но Япония еще продолжала войну. Чтобы утвердить свою мировую монополию на ядерное оружие, США посчитали необходимым эффектно и не на полигоне, а на территории воюющего противника, "на поле боя", продемонстрировать его гигантскую разрушающую и уничтожающую мощь. Шло лихорадочное накопление материала атомной взрывчатки. Наконец-то можно проверить, какова она — их атомная авиабомба: 16 июля 1945 года в пустыне штата Нью-Мексико в строжайшем секрете прогремел первый мощный ядерный взрыв. Вслед за ним последовали, не обусловленные военной необходимостью, варварские атомные бомбардировки японских городов Хиросимы (6 августа) и Нагасаки (9 августа). Их устрашающий эффект, несомненно, был адресован в первую очередь СССР как грозное и неотвратимое предупреждение, как заявка США на мировое превосходство.

Так началась тревожная и непредсказуемая, подошедшая к миру вплотную, смертельно опасная атомная эра в истории человеческой цивилизации. После получения сообщений об атомных бомбардировках США японских городов СССР от лабораторных научных исследований приступил к энергичным практическим мерам по промышленному решению атомной проблемы. Задачу по защите страны от смертельной угрозы со стороны воинствующего империализма, монополю уже владевшего ядерным оружием, в СССР надо решать экстраординарно, как государственную и общенародную задачу номер один, решать в невероятно короткие сроки, в экстремально тяжелых послевоенных условиях.

Широко развернутые с конца 1945 года, и особенно в 1946-1948 годах, правительственные мероприятия позволили привлечь к решению атомной проблемы передовую, набравшую большой опыт в тяжелые годы Великой Отечественной войны, советскую оборонную промышленность и ее высококвалифицированные кадры — конструкторов, технологов, металлургов, химиков, организаторов производства. В короткие сроки были привлечены коллективы ученых и развернуты широкие научные исследования в ряде отраслевых и академических институтов. Организовано тесное взаимодействие и сотрудничество ученых с конструкторами, проектировщиками, технологами, производственниками и строителями.

Так было по всему широкому фронту решения атомной проблемы. В этой обстановке в короткие сроки были достигнуты крупнейшие успехи и в решении одной из важнейших поставленных задач — в разработке технологии и создании промышленного производства высокообогащенного урана. При немалых ошиб-

ках и трудностях удалось за два с половиной года соорудить на Урале и в середине 1949 года ввести в эксплуатацию первый в СССР газодиффузионный завод Д-1, а с 1950 года регулярно и устойчиво получать на нем первые килограммы советского высокообогащенного урана "оружейной кондиции". Первая бомба из этого урана была успешно испытана на полигоне в 1951 году. Это были крупнейшее научно-техническое достижение и подлинный трудовой подвиг советского народа, имевший мировое значение. Наряду с несколько опередившим (по времени) другим событием такого же значения — получением на Урале в уран-графитовом реакторе первого советского "оружейного плутония" — Советский Союз получил надежную основу и базу для создания в последующие годы необходимой ядерной мощи и развертывания ядерной энергетики.

В последующие годы (1953-1960 годах) разделительная подотрасль (так мы ее назовем) советской атомной индустрии непрерывно расширялась и совершенствовалась: в настоящее время она представляет передовую, на уровне лучшей зарубежной техники, достаточно мощную промышленность, вполне конкурентоспособную на мировом рынке.

С сооружением в 1954 году в СССР (в г. Обнинске, под Москвой) первой в мире атомной электростанции, а в 1960 году и первого атомного корабля-ледокола "Ленин" советский обогащенный уран (в основном слабого и среднего обогащения) во все возрастающих количествах применяется в развивающейся ядерной энергетике как уникальное реакторное топливо.

Напомню: 1 кг разделившихся (нейтронами) ядер ^{235}U по тепловыделению равнозначен сгоранию 2000 т мазута, для сжигания которого потребуется около 4000 т кислорода и выброс в атмосферу около 6000 т выхлопных газов.

Основные мощности современной ядерной энергетики ныне базируются на применении слабообогащенного урана.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Роль головного научно-исследовательского центра по всему комплексу атомной проблемы, включая и обогащение урана, еще в 1943 году. Правительство возложило на вновь организованную Лабораторию №2 Академии наук СССР. Так был назван этот новый научный центр — будущий Институт атомной энергии, который позже стал носить имя своего организатора и научного руководителя академика Игоря Васильевича Курчатова.

Безусловно, в условиях продолжавшейся Великой Отечественной войны Лаборатория №2, или как ее зашифровано именовали - Лаборатория измерительных приборов Академии наук (ЛИПАН), не располагала необходимым оборудованием и кадрами для широкого развертывания исследовательских работ. Да к тому же до середины 1945 года не было и серьезных внешних импульсов. Однако в лабораториях, объединенных И.В. Курчатовым, целенаправленные работы велись.

В мае 1945 года И.К. Кикоин с сотрудниками небольшой лаборатории перебазировался из Свердловска в Москву, в Лабораторию №2. К зиме 1945 года лаборатория получила некоторое научное и инженерное оборудование, частично за счет вывезенного из Германии, и только с ноября в лабораториях И.К. Кикоина были начаты исследования и экспериментальное излучение различных методов разделения изотопов урана. Здесь была испытана первая установка по обогащению изотопов на гексафториде урана методом диффузии против потока пара (руководитель работы Д.Л. Симоненко) и начаты работы по изучению проблемы обогащения методом центрифугирования.

Через месяц после сообщения о сброшенных американцами атомных бомбах над японскими городами Хиросима и Нагасаки, на заседаниях Научно-технического совета 5, 6 и 10 сентября 1945 года, был рассмотрен вопрос о состоянии научно-исследовательских и практических работ в Лаборатории №2 в области использования внутриатомной энергии. С докладами и содокладами выступили:

- 5 сентября: И.В. Курчатов, Г.Н. Флеров, А.И. Алиханов — об исследованиях по получению плутония в уран-графитовых реакторах ("котлах", как тогда называли ядерные реакторы), охлаждаемых легкой и тяжелой водой;
- 6 сентября: И.К. Кикоин, П.Л. Капица — о состоянии исследований по получению обогащенного урана газодиффузионным методом;
- 10 сентября: Л.А. Арцимович, А.Ф. Иоффе — об обогащении урана электромагнитным методом.

В декабре 1945 года, Правительство приняло решение о практической организации и немедленном развертывании работ в стране по всему комплексу атомной проблемы.

Важнейшая задача — выбрать наиболее оптимальный метод разделения изотопов урана для промышленного производства. С этой целью поисковые научно-исследовательские работы первоначально велись одновременно по нескольким выбранным направлениям:

- по газодиффузионному методу — под руководством чл.-корр. АН СССР, проф. И.К. Кикоина, переведенного в Лаборато-

рию №2 из Уральского филиала АН СССР;

— по электромагнитному методу — под руководством чл.-корр. АН СССР Л.А. Арцимовича;

— по термодиффузии (в двух вариантах) — под руководством чл.-корр. АН СССР А.П. Александрова и И.К. Кикоина.

И.К. Кикоин, Л.А. Арцимович и А.П. Александров — воспитанники советской физической школы акад. А.Ф. Иоффе, ведущие научные сотрудники возглавляемого им Ленинградского физико-технического института, ныне носящего имя своего организатора и руководителя.

Все трое ученых — относительно молодые люди: И.К. Кикоину тогда было 37 лет, Л.А. Арцимовичу — 36, А.П. Александрову — 42 года. В довоенные и военные годы они проявили себя талантливыми исследователями-новаторами, энергичными руководителями научных лабораторий. Позже, в 1953 году, учитывая их научные заслуги в промышленном решении атомной проблемы, все трое были избраны действительными членами Академии наук.

На теперешней обширной территории Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, а тогда в дачном предместье Москвы — в Покровском-Стрешневе, в 1946 году начала разворачиваться Лаборатория №2. В его дальнем углу, в отдельном, сравнительно небольшом двухэтажном здании обосновался и научный отдел, который возглавлял (до конца 1984 года, до своей кончины) И.К. Кикоин, принявший на себя организационную и координационную роль научного руководителя по проблеме получения обогащенного урана.

Важнейшее значение для быстрейшего решения атомной проблемы и создания наукоёмкой и капиталоемкой атомной промышленности в СССР имела организация при Государственном комитете обороны (ГКО) Специального комитета (СК), наделенного особыми и чрезвычайными полномочиями по всем вопросам (Постановление ГКО от 20 августа 1945 года).

В состав Специального комитета входили: Л.П. Берия (председатель), М.Г. Первухин, Н.А. Вознесенский, Г.М. Маленков, Б.Л. Ванников, В.А. Махнев, П.Л. Капица, И.В. Курчатов и другие. При Специальном комитете были образованы Технический совет (27.08.45) и Инженерно-технический совет (10.12.45), преобразованные в апреле 1946 года в единый Научно-технический совет Первого главного управления.

Для руководства организаций атомной промышленности, привлечения в целях приоритетного решения этой проблемы любых других отраслей и институтов, координации всех ведущих в стране научно-технических исследований и инженерных разработок по всем

направлениям и аспектам атомной программы в конце 1945 года было учреждено Первое главное управление (ПГУ) при Совете Народных Комиссаров СССР (позже при Совете Министров СССР) во главе с опытным инженером-организатором Б.Л. Ванниковым, возглавлявшим в период Великой Отечественной войны Министерство боеприпасов СССР.

Постановлением Совета Министров СССР от 9 апреля 1946 года Первое главное управление преобразовано в государственный центр по типу крупного оборонного министерства с особыми правами и гибкой организационной структурой, сокращающей до минимума время на различные межведомственные согласования. Выделение ПГУ материально-технических фондов планировалось в Госплане особой строкой, в первоочередном порядке.

Заместителями начальника ПГУ, по совместительству с основной работой в "своих" министерствах, были назначены семь крупных руководителей. Среди них А.П. Завенягин, известный в стране строитель Магнитки и Норильска. Ему (как заместителю министра внутренних дел СССР) были подчинены все строительные организации этого ведомства, в том числе Главпромстрой и другие, которые и привлекались к ускоренному созданию новой отрасли промышленности. По такому же совместительскому принципу, увязывающему руководство ПГУ с другими министерствами, привлеченными к решению атомной проблемы, были назначены и другие заместители Председателя ПГУ, среди них: П.Я. Антропов — министр геологии СССР, ответственный за геологические разведки и организацию разработок урановых месторождений; Е.П. Славский — заместитель министра цветной металлургии; Н.А. Борисов — заместитель Председателя Госплана СССР; В.С. Емельянов — заместитель министра металлургической промышленности; А.Н. Комаровский — начальник Главпромстроя МВД СССР.

В конце 1947 года первым заместителем начальника ПГУ был назначен по совместительству заместитель Председателя Совета Министров СССР и министр химической промышленности М.Г. Первухин. В 1949 году освобожден от совместительства и назначен одним из основных заместителей начальника ПГУ Е.П. Славский, впоследствии (с 1957 года) многие годы возглавлявший Министерство среднего машиностроения СССР, организованное на базе Первого главного управления при Совете Министров СССР.

Такова была практически гибкая межотраслевая структура государственного управления, направленная на создание и становление в кратчайшие сроки новой наукоёмкой индустриальной специальной отрасли промышленности. Высокая оперативность,

деловитость, быстрое принятие решений, "без проволочек" и в то же время высокая требовательность и исполнительская дисциплина были характерны для ПГУ — нового чрезвычайного правительственного органа. Все учреждения и привлеченные участники повседневно ощущали этот особый стиль руководства и организации работ, который как бы продолжал, но уже в мирных условиях стиль работы и оперативного управления оборонной промышленностью в годы Великой Отечественной войны.

Особая роль в работе ПГУ возлагалась на созданный с первых дней организации Научно-технический совет НТС — ПГУ и его специализированные секции. Персональный состав НТС и его секций утверждался постановлением правительства. Это требовало высокой персональной ответственности и объективности в определении позиции и принятия решений от каждого участника заседания — члена совета или его секции. Наряду с утвержденным составом на заседании по отдельным вопросам приглашались известные в стране специалисты.

Решения и оценки НТС имели очень большое значение в правильном выборе направлений всех работ и обеспечении их эффективности. Персональный состав НТС и его секций подбирался тщательно и включал известных академиков, профессоров и других известных ученых, а также высококвалифицированных инженеров-конструкторов, проектировщиков, технологов, организаторов производства и других специалистов, привлеченных к активной работе по общим и конкретным задачам атомной проблемы.

Заседания НТС и его секций отличались высоким демократизмом, свободным обсуждением всех вопросов, не взирая на научные или административные авторитеты, и это позволяло принимать правильные и ответственные решения и рекомендации. По утвержденному Специальным комитетом статусу все решения и рекомендации НТС и его секций были обязательны для исполнения всеми, кого это касалось.

В 1946 году функции председателя НТС выполнял начальник ПГУ Б.Л. Ванников, в 1947-1949 годах обязанности председателя НТС в основном выполнялись М.Г. Первухиным, а с 1949 года неизменным руководителем НТС стал акад. И.В. Курчатов ("Борода" — как по простому и любовно мы часто называли Игоря Васильевича).

В 1949 году в СССР был успешно завершен первый определяющий этап решения атомной проблемы — в конце августа 1949 года была взорвана первая советская атомная бомба. После этого события главному научному руководителю советской атомной программы можно было, как говорится, спокойно сесть за пульт непосред-

ственного управления атомным научно-техническим форумом.

В дальнейшем будет рассматриваться только одно из главных направлений решения атомной проблемы – разработка промышленной технологии и создание первых советских заводов по получению высокообогащенного урана для атомного оружия, а в дальнейшем – и для ядерной энергетики.

Руководство секций НТС по молекулярным методам разделения изотопов урана (секция №2) Правительство возложило на заместителя Председателя Совета Министров СССР (Совнаркома), министра транспортного машиностроения Вячеслава Александровича Малышева. В.А. Малышев – широко эрудированный инженер-механик, крупный организатор машиностроительной промышленности. В годы Великой Отечественной войны, будучи заместителем Председателя Совнаркома, являлся наркомом танковой промышленности, после войны был министром судостроительной промышленности, председателем организованного по его инициативе Государственного комитета по науке и технике СССР. В 1953-1955 годах В.А. Малышев возглавлял Министерство среднего машиностроения. Председателем секции №2 В.А. Малышев оставался до конца своих дней, (он умер в феврале 1957 года).

На секцию №2 и ее членов, как это было установлено для НТС ПГУ, была возложена персональная ответственность за правильность принимаемых технических решений и рекомендаций, которые были обязательны для реализации. В.А. Малышев, наряду с руководством секцией №2 НТС, по поручению Специального комитета выполнял в те годы роль координатора и наставника вновь создаваемой подотрасли атомной промышленности, ответственного перед Правительством за развитие новой технологии и быстрее ее внедрение в промышленное производство.

В структуре ПГУ находилось также несколько специализированных управлений и среди них – Управление по разделению изотопов урана, впоследствии слившееся с Управлением по производству плутония. Начальником управления в апреле 1947 года был назначен ранее работавший в Специальном комитете опытный организатор, инженер-машиностроитель, генерал-майор А.М. Петросьянц, по совместительству с его обязанностями заместителя начальника ПГУ. С декабря 1949 года объединенное управление (№2) возглавил генерал-майор А.Д. Зверев*, до этого

* А.Д. Зверев скоропостижно умер в 1986 г., будучи начальником производственно-технологического управления Минсредмаша СССР в течение почти 40 лет. После смерти В.А. Малышева он до последних дней возглавлял и секцию №2 НТС.

времени руководивший Сухумским физико-техническим институтом, занимавшимся разработками и исследованиями в области атомной техники. К этим работам в Сухуми были привлечены и некоторые немецкие ученые и специалисты (Г. Герц, Фон-Арденз, П. Тиссен, В.В. Шютце, М. Штеенбек и др.).

Уже в конце 1945 года Специальным комитетом было решено в целях ускорения работ привлечь наряду с наукой и промышленность — конструкторов, технологов и производителей. А ведь пока ничего не было ясно, никакой конкретности, как будет развиваться только еще рождающаяся сложная индустриальная отрасль. Были лишь общие представления и намерения.

Для ускорения конструкторских работ и немедленной реализации в металле экспериментальных разработок, последующего развертывания серийного производства основного технологического оборудования было решено подключить два крупнейших машиностроительных завода, обладающих большим опытом и высококвалифицированными кадрами инженеров и рабочих всех машиностроительных профессий. Ленинградский Кировский (бывший "Путиловский") металлургический и машиностроительный завод (ЛКЗ) и Горьковский машиностроительный завод (ГМЗ). 27 декабря 1945 года Правительство приняло постановление об организации особого конструкторского бюро на ЛКЗ (ОКБ ЛКЗ) для разработки основных технологических разделительных машин, производящих обогащенный уран для атомного оружия методом газовой диффузии.

Комплектование состава ОКБ было доверено на заводе, в своей государственной секретности, только трем лицам: парторгу ЦК КПСС Н.М.Синеву, директору завода А.Л. Кизима и главному инженеру завода А.И. Захарьину. Хотя с Урала еще не прибыли многие конструкторы и технологи, но на завод поступили несколько десятков молодых инженеров — выпускников ВТУЗов, среди них сильная группа молодых, окончивших факультет гусеничных машин МВТУ им. Баумана (П.З. Черепанов, Ю.К. Вишняков, А.И.Сафронов, В.И. Сергеев).

Прибыли из Челябинска бывшие ведущие инженеры конструкторы-турбинисты: Э.-С.А. Аркин, Н.А. Сорокин, В.П.Осташев, В.Я. Черный, Х.А. Муринсон, К.Г. Чижевский, П.Ф. Василевский, И.С. Стогов, Ю.Е. Перцовский, О.А. Дрелихман и другие.

Изобретательные инженеры-двигателисты: Н.В. Алявдин, Н.И. Иголкин, М.И. Счисляев, М.И. Бариненков и другие.

Конструкторы-танкисты: И.Н.Минко, А.А. Белимов, П.В. Дудченко, Б.Ф. Кашперский, Е.А. Слезкин, Н.М. Попов.

Всех хорошо знал Н.М. Синев по совместной работе в турбин-

ном КБ до войны и в танковом КБ Ж.Я. Котина во время войны.

В состав ОКБ были включены ряд опытных технологов: М.В. Васильев, С.А. Сахарников, А.С. Баранов, А.М. Субботовский, М.Б. Майоров, С.В. Локтюхов, В.А. Болотин, В.А. Байков и другие.

Через некоторое время в состав ОКБ влились демобилизованные из армии: Г.С. Минин, Г.В. Кудрявцев, Н.И. Дмитриевский, Е.И. Ушацкий, А.И. Петров, М.А. Коптев, И.З. Костюк.

Состоялась встреча у Н.М.Синева с научным руководителем И.Н.Вознесенским, который многие годы был консультантом турбинного КБ. Для руководства новым ОКБ И.Н. Вознесенским была предложена кандидатура Н.М.Синева, который, в свою очередь, отклонил это предложение. Остановились на кандидатуре Э.-С.А. Аркина, который до войны ряд лет работал в турбинном КБ под непосредственным руководством И.Н.Вознесенского по гидродинамической системе автоматического регулирования турбин. А во время войны руководил конструкторской группой танкового КБ в Челябинске, где участвовал в разработке планетарного механизма поворота танка и в других серьезных разработках.

Заместителем Главного конструктора был рекомендован В.Я. Черный. Предложение было поддержано директором и утверждено министром В.А.Малышевым.

В это время Горьковскому машиностроительному заводу, на котором во время Великой Отечественной войны было налажено серийное производство артиллерийских орудий, было поручено изготовить в условиях строгой секретности специальный стенд для испытаний гидроуплотнения вращающегося вала "неизвестной" машины. (Речь шла о компрессорном агрегате газодиффузионной машины, которая разрабатывалась в лаборатории кафедры гидромашин Ленинградского политехнического института по руководством заведующего кафедрой, чл.-кор. АН СССР, проф. И.Н. Вознесенского.

В начале 1946 года Правительством было принято решение подключить конструкторов-артиллеристов ГМЗ к разработке диффузионной техники параллельно с конструкторами ОКБ ЛКЗ. И хотя прославленные бывшие пушкири сами еще не могли ничего придумать, их с начала 1946 года включили в активную работу. Для освоения им был направлен технический проект многоступенчатого агрегата от проф. И.Н. Вознесенского, который оказался неудачным.

С учетом сложности, важности и срочности решения атомной проблемы постановлением Правительства от 1 марта 1947 года на

ГМЗ было создано Особое конструкторское бюро. Начальником ОКБ назначен по совместительству директор завода, энергичный организатор производства, Герой Социалистического Труда, генерал-майор инженерных войск А.С. Елян, а главным конструктором — молодой (27 лет) талантливый инженер-артиллерист А.И. Савин (ныне Герой Социалистического Труда, академик).

Каждый конструкторский коллектив, так же как и технологи обоих заводов с различными инженерно-производственными профилями и технический школой, имел различный опыт: одни (ЛКЗ) — в области турбостроения, танкового производства, другие (ГМЗ) — в области создания новых конструкций и крупного производства высокоточного вооружения. И это было хорошо.

Организация ОКБ на двух передовых машиностроительных заводах обеспечивала творческое соревнование и способствовала созданию мощной производственной базы нового вида машиностроения. Здесь одновременно с конструированием, ускоренной технологической подготовкой шло развертывание серийного выпуска нового оборудования. Это было своевременное и мудрое решение. Уже с первых месяцев 1946 года оба конструкторских коллектива интенсивно включались в работу по заданиям, выданным от Лаборатории №2 АН СССР (ЛИПИАН). На конструкторские разработки и параллельно им "в нахлест" на изготовление образцов машин и конструкторских узлов в металле назначались весьма сжатые ("по-военному") сроки. Это были не годы, а месяцы и недели, а иногда дни — заставляла необходимость.

Научное руководство разработками диффузионного метода обогащения урана Правительством было возложено на трех ученых во главе с И.К. Кикоиным: И.К. Кикоин — физика процессов; И.Н. Вознесенский — инженерные решения; акад. С.Л. Соболев — расчетно-теоретические работы. В этот период С.Л. Соболев, известный советский математик, являлся также и заместителем И.В. Курчатова по руководству Лабораторией №2.

Для решения других вопросов, таких. Как разработка промышленной технологии производства гексафторида урана, электрооборудования, контрольно-измерительных приборов, создание подшипников и специальной смазки для них, стойкой при работе в агрессивной среде гексафторида урана, а также оборудования вакуумной техники и других, были привлечены по решениям Специального комитета соответствующие институты и предприятия различных ведомств.

ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ

Наиболее трудной задачей было выбрать реальное, т.е. технически и производственно осуществимое направление по созданию промышленных мощностей и технологии обогащения урана. Для этого надо было уже в конце 1945 года выбрать из нескольких изучавшихся методов один и сосредоточить все доступные силы на его промышленной реализации.

Собственный опыт, накопленный в лабораториях до 1946 года, без привлечения "заводчан", т.е. промышленности, был недостаточен и неубедителен. Что имелось? Советские физики приступили к исследованиям по разделению изотопов еще в 30-е годы. Так, в 1934 году А.И. Бродский впервые получил небольшое количество тяжелой воды методом электролиза. В 1940 году молодые физики Института химической физики АН СССР Я.Б. Зельдович и Ю.Б. Харитон опубликовали в Журнале экспериментальной и теоретической физики статью "Кинетика цепного распада урана", где показали принципиальную возможность осуществления цепной реакции на обогащенном уране. Созданная в 1939 году в АН СССР Комиссия по изотопам под председательством академика В.И. Вернадского подготовила и провела в апреле 1940 года Всесоюзную конференцию с обсуждением планов производства небольшого количества тяжелой воды методом электролиза и вопросов разделения изотопов урана: масс-спектрометрическим методом — из паров металла и методом термодиффузии — гексафторида урана.

В конце 30-х годов немецкий ученый-эмигрант Ф. Ланге в Харьковском физико-техническом институте вел лабораторные опыты с применением горизонтальной высокооборотной центрифуги для разделения изотопов урана. В 1944 году установка была передана Свердловской лаборатории электрических явлений И.К. Кикоину, а в дальнейшем эта лаборатория и Ф. Ланге перебазировались в Москву (в Лабораторию №2 АН СССР).

Успешно велись в 1944-1945 годах Л.А. Арцимовичем исследования по электромагнитному методу разделения. 21 августа 1946 года осуществлено первое разделение изотопов урана на ионах его фтористого соединения, показавшее реальные возможности дальнейшего развития этого метода. Некоторый успех сопутствовал и исследованиям по разделению гексафторида урана диффузией против потока пара, которые велись в лаборатории у И.К. Кикоина (руководитель Д.Л. Симоненко). Однако образцы урана с заметным изотопным обогащением по ^{235}U были получены только в 1947 году.

В это время (конец 1945 года) был быстро переведен на русский язык и издан "Официальный отчет о разработке атомной бомбы под наблюдением Правительства США" (рис. 1.). Книга написана активным участником "Манхэттенского проекта" проф. Г.Д. Смитом. Она была издана под названием "Атомная энергия для военных целей" военным министерством США в сентябре 1945 года (2-е изд. 350 с.)* с предисловием руководителя проекта генерал-майора Л.Р. Гровза, буквально по следам атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. В кратком предисловии к книге, отмечая беспримерные технические достижения США, Л.Р. Гровз пишет, что "нет причин, по которым историю административно-организационных мероприятий по изготовлению атомной бомбы и основные научные представления, послужившие фундаментом для различных практических выводов, нельзя было бы сделать достоянием широкой публики. В этой книге содержатся все научные данные, опубликование которых не может нарушить интересы национальной безопасности".

Эта книга — первая, хотя и скупая, но в научном отношении не искаженная, восторженная информация об успешном решении американцами проблемы атомного оружия. Из отчета можно было узнать, что в результате рассмотрения и оценок нескольких, интенсивно исследовавшихся в США за последние пять лет, методов разделения изотопов урана (электромагнитный, центрифугирование, термодиффузия, газовая диффузия через пористые перегородки и др.) наибольшие преимущества для промышленной реализации США отдают газодиффузионному методу.

В отчете отмечается, что продолжительное время у американцев наиболее привлекательным считался также метод центрифугирования. Однако он был вскоре отклонен вследствие непреодолимых трудностей (не имелось высокопрочных материалов для роторов, не решалась проблема подшипников и др.). В начале 50-х годов работы по центрифугам в США были прекращены и возобновлены только в 1972 году, но они также оказались, по американской оценке, бесперспективными по сравнению с лазерным методом, принятым в 1985 году для разработки и предполагаемой промышленной реализации в США в конце 90-х годах вместо диффузионного метода.

Отчет Г.Д. Смита решительно и бесповоротно подкрепил и нашу позицию при выборе газодиффузионного метода. Книга оказалась для нас очень важной и весьма своевременной.

* Смит Г.Д. Атомная энергия для военных целей/перевод с англ. М., 1946.

Г. Д. СМИТ

АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ВОЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
О РАЗРАБОТКЕ АТОМНОЙ БОМБЫ
ПОД НАБЛЮДЕНИЕМ
ПРАВИТЕЛЬСТВА США

перевод с английского

МОСКВА — 1946

Рис. 1 Обложка книги Г.Д. Смита (США),
изданной в СССР в русском переводе

Вопрос о выборе метода промышленного получения обогащенного урана в СССР в начале 1946 года детально рассматривался на НТС ПГУ, который проходил под председательством И.В. Курчатова с участием всех руководителей ПГУ. НТС ПГУ дал "добро" газодиффузионному методу. В то же время НТС рекомендовал параллельно продолжать работы и по промышленному освоению электромагнитного метода, предполагая разделение изотопов не только урана, но и некоторых других химических элементов.

Итак — газовая диффузия!

ГАЗОВАЯ ДИФфуЗИЯ - ТОНКАЯ, СВЕРХЧИСТАЯ, ЭНЕРГОЕМКАЯ И ШИРОКООБЪЕМНАЯ ВАКУУМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Что такое газовая диффузия? Этим термином в физике называют процессы переноса массы молекул газа и процессы перемешивания соприкасающихся газов, которые происходят в результате теплового движения молекул. С явлениями диффузии газов и их взаимопроникновения мы встречаемся повседневно в природе и обыденной жизни. Скорости теплового движения молекул газа зависят от температуры и обратно пропорциональны корню квадратному от массы молекулы: чем легче газ, тем выше скорость. Так, скорость теплового движения молекулы водорода (масса — 2 а.е.м.*) при температуре 20°C составляет приблизительно 1800 м/с, а азота (масса — 28 а.е.м.) — 470 м/с.

Мы не ощущаем эти сверхуреганные скорости только потому, что в одном кубическом сантиметре содержатся (при атмосферном давлении) десятки миллиардов молекул (число Лошмидта $2,7 \cdot 10^{19}$ моль/см³). Им — молекулам — очень тесно, и они, находясь в непрерывном и беспорядочном движении, упруго сталкиваются между собой, проходя ничтожно малое расстояние (длину) для свободного пробега, равное нескольким микрометрам и долям микрометра. При этом мы очень быстро ощущаем, например, табачный дым от папиросы, которую закурил человек в противоположном углу комнаты.

Хотя законы газовой диффузии в физике достаточно изучены, исследованы и установлены еще в прошлом веке, но конкретных исследований, относящихся к прикладной задаче, как разделить изотопы какого-либо химического элемента, в мировой науке и технике не было. Однако принципиальная возможность

* Атомная единица массы равняется 1/12 массы атома углерода

применения законов газовой диффузии физикам была давно известна. В 1896 году английский физик Дж. Рэлей показал, что "...смесь двух газов различных атомных весов может быть частично разделена, если заставить смесь продиффундировать через пористую перегородку".

Основываясь на законах газовой диффузии и молекулярного течения газов через пористые перегородки, немецкому физику Г. Герцу в 1932 году удалось в лабораторных условиях впервые в мире разделить смесь легких благородных газов, применив небольшой каскад из соединенных последовательно нескольких разделительных элементов, оборудованных примитивными пористыми мембранами.

Для метода газодиффузионного разделения необходимо иметь тяжелый металл — уран в газообразном состоянии. Наиболее подходящим химическим соединением урана для применения в газодиффузионной технологии оказался шестифтористый уран (UF_6), или гексафторид урана. Он имеет очень важные для технологии разделения физические свойства: при низких температурах и давлениях он может находиться в газообразном, жидком или твердом состоянии. Его тройная точка, где сходятся эти три фазы, находится при температуре $64^\circ C$ и давлении около 1,5 атм (1138 мм рт. ст.). При давлении ниже 1 атм, т.е. в вакууме, и температуре ниже $56^\circ C$ гексафторид урана — газ со свойствами, очень близкими к идеальным газам. Охлаждая до низких температур, этот газ легко конденсировать, получив твердые белые кристаллы цвета слоновой кости плотностью около 5 г/см^3 . При нагревании баллона с такими кристаллами гексафторид урана переходит в газообразное состояние, минуя жидкую фазу, а если несколько повысить температуру (выше $65^\circ C$) и давление (более 1,5 атм), то можно перевести весь гексафторид урана в жидкую фазу. Для разделения изотопов урана очень важно, что природный фтор не имеет изотопов. Однако гексафторид урана имеет и крупные недостатки. Это — химически весьма агрессивный газ, который реагирует практически со всеми химическими элементами. При этом гексафторид урана, отдав часть своего фтора (2 атома из шести), немедленно превращается в устойчивое твердое соединение — тетрафторид урана (UF_4), который в виде мелкодисперсного зеленого порошка (пыли) выпадает на различные поверхности оборудования.

Гексафторид урана не терпит воды; в любом самом малом количестве ее он образует агрессивную плавиковую кислоту, не терпит никаких органических соединений, масел, которые обугливаются, образуя со фтором различные фтористые соединения. Таков фтор и

его соединения с ураном. Недаром греки этому "злому" химическому элементу дали название фторус, т.е. гибель, разрушение.

В настоящее время фторидные процессы и его химические соединения широко применяются в промышленности: фреоны — для холодильников, кислотостойкие пластмассы — тефлоны (фторопласты, фторкаучуки и проч.), однако в то время многие из этих полезных веществ приходилось изготавливать впервые. Применение в атомной промышленности гексафторида урана позволило создать простую, компактную и в общем безопасную технологию обращения с ним в производстве обогащенного урана.

Метод газовой диффузии для разделения изотопов урана предполагает использование относительно небольшого различия в скоростях движения тяжелых (с изотопом ^{238}U) и легких (с изотопом ^{235}U) молекул в газовой смеси гексафторида урана. Применяемые здесь законы молекулярного течения этих молекул через тончайшие отверстия — поры требуют, чтобы размеры пор или диаметр капиллярных каналов был меньше, чем средняя длина (расстояние) свободного пробега молекулы, которую она проходит, не сталкиваясь с какой-либо другой молекулой. Попадая в такие мельчайшие поры, легкие и тяжелые молекулы рабочего газа — гексафторида урана — между собой почти не сталкиваются, а взаимодействуют только со стенками пор. Так как более легкие молекулы, содержащие изотоп ^{235}U , более проворны, то при одинаковой температуре через поры перегородок их перейдет несколько больше, чем молекул гексафторида урана, содержащих более тяжелый изотоп ^{238}U . В результате за перегородкой будет накапливаться все больше легких изотопов и газовая смесь гексафторида урана там будет несколько обогащена ^{235}U по сравнению с газовой смесью на входе в перегородку (рис. 2).

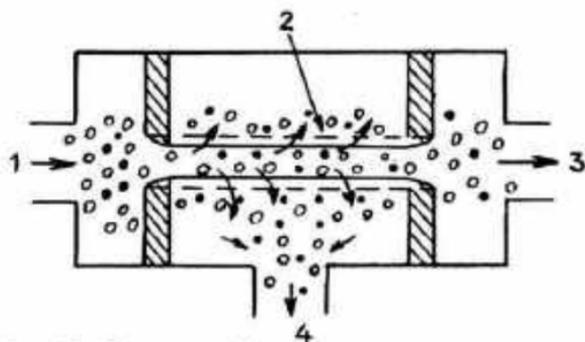


Рис. 2. Схема диффузионного процесса при обогащении урана его изотопом ^{235}U :

- — изотоп ^{235}U ; ○ — изотоп ^{238}U ; 1 — питание газообразным UF_6 ;
- 2 — пористая трубка (диффузионный фильтр); 3 — обедненный уран по изотопу 235 (отвал); 4 — обогащенный уран по изотопу 235 (отбор)

Различие в массах изотопов ^{238}U и ^{235}U очень мало — всего 3 а.е.м. Скорости теплового движения также различаются весьма мало; они обратно пропорциональны массам легких (349) и тяжелых (352) молекул. Это и определяет теоретический (т.е. предельный) потолок степени разделения двух изотопов урана методом газовой диффузии через пористые перегородки.

Простейший расчет позволяет определить идеальный (теоретический) коэффициент разделения смеси двух изотопов урана, т.е. относительное увеличение концентрации ^{235}U в газе продифундировавшем через поры перегородки по сравнению с исходным значением. Этот коэффициент (α) оказался чрезвычайно малым. Он получается из формулы

$$\alpha = \frac{m_{\text{T}}}{m_{\text{Л}}} = \frac{352}{349} = 1,0043.$$

Фактически же, т.е. с учетом всех потерь, связанных с неидеальностью пористых отверстий, коэффициент разделения еще меньше и составляет не выше 1,002, а коэффициент обогащения легким изотопом e не выше 0,002*. Это означает, что, пропустив гексафторид урана однократно через пористую перегородку на одной диффузионной машине (на одной разделительной ступени), можно повысить относительную концентрацию изотопа ^{235}U не более чем на 0,2%.

Как известно, во всех месторождениях в мире содержание в природном уране изотопа ^{235}U стандартное, и составляет только 0,711%. Остальные 99,283% это изотоп ^{238}U . Третий, имеющийся в природном уране, изотоп ^{234}U присутствует в ничтожно малом количестве (примерно 0,0054%) и в балансовых расчетах при обогащении урана, как правило, не учитывается. Пройдя через одну диффузионную ступень, содержание изотопа ^{235}U в природном уране поднимается до 0,07124%, через 14 ступеней — до 0,731% и т.д.

Сколько же раз надо прокачать гексафторид урана через пористые перегородки, чтобы получить высокообогащенный уран с содержанием изотопа ^{235}U до 90%? Ответ: несколько тысяч раз. Для этого понадобится несколько тысяч последовательно соединенных диффузионных машин. Для получения 1 кг урана 90%-ного обогащения изотопом ^{235}U нужно затратить около 600000 кВт·ч электроэнергии, необходимой для питания электродвигателей вращающих компрессоры, прокачивающие газ через пористые перегородки с необходимым напором. При этом нужно израсходо-

* $e = \alpha - 1$

вать 175-220 кг природного урана (в зависимости от глубины извлечения из него изотопа ^{235}U), из которых 174-219 кг обедненного урана гексафторида урана, содержащего 0,2 или 0,3% изотопа ^{235}U , пойдет в отвалы. Отвалы обедненного урана конденсируются в твердую фазу и в стальных баллонах поступают на склады для длительного хранения и последующих переделов.

Но, разумеется, для изготовления атомного оружия, обеспечивающего ядерный паритет с США, потребуется не 1 кг обогащенного урана. Как организовать непрерывное производство высокообогащенного урана? На каких машинах? Какими должны быть вакуумные сверхзвуковые компрессоры для прокачки газообразного гексафторида урана? (Скорость звука в нем мала — примерно 85 м/с). Как изготовить многие сотни тысяч мелкопористых перегородок требуемого качества и гарантированного для многолетней эксплуатации ресурса? Как поддерживать стабильность вакуума в столь сложной и разветвленной системе, имеющей громадный объем? Как исключить попадание влажного воздуха или воды в газовые полости машин и соединяющих их коммуникаций? Как безопасно обращаться с агрессивным радиоактивным гексафторидом урана? Как обеспечивать непрерывно контроль и управление технологическим процессом в огромной цепи, состоящей из тысяч последовательно соединенных машин? На эти и другие более конкретные вопросы в то время (1946-1947 годах) ответов еще не было. Это был поистине тревожный и напряженный период поиска, проб и ошибок, больших и малых.

Были моменты, когда у некоторых руководителей и участников зарождались сомнения и неверие в успех. И, конечно, давил фактор времени. Каким будет советский диффузионный урановый завод, какой техникой он будет оснащен? Тогда, никто еще не знал — ни научные руководители, ни их ближайшие сотрудники, ни конструкторы, ни проектировщики.

Тем временем атомный шантаж империалистов нарастал. Вспомним речь Черчилля в феврале 1946 года, которую он произнес в Фултоне (США) в присутствии тогдашнего президента США Г. Трумэна, по приказу которого были сброшены атомные бомбы на японские города. От советских ученых, инженеров и рабочих, руководителей и организаторов работ для быстрейшего решения атомной проблемы во всех ее аспектах требовались мобилизация всех духовных и физических сил, упорный труд, молчаливая настойчивость и тесное товарищеское сотрудничество.

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ГАЗОДИФфуЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Чтобы газодиффузионная технология могла стать промышленным производством и надежно обеспечивала производство нового, в необходимых количествах оборонного продукта, необходимо было решить много научных, технических и производственных задач. Конструкторам — правильно выбрать концепцию конструкции диффузионной машины (первичной ступени разделительного процесса). Требовалось обеспечить: ее высокую надежность, технологичность для крупносерийного производства, ремонтпригодность и взаимозаменяемость всех узлов и деталей; коррозионную стойкость в условиях непрерывной работы с высокоагрессивным радиоактивным газом; хороший КПД сверхзвукового компрессора и электродвигателя; вакуумную плотность (натекание воздуха не более 1 мм рт. ст./год, или 2,7 мкм/сут); ресурс безотказной непрерывной работы без текущего ремонта не менее 1 года (а для первых машин задавалось минимально, хотя бы 3 тыс. часов).

Требовалось решить следующие технические и производственные проблемы;

- создать пористые перегородки и тонкую технологию их производства. Перегородки должны иметь высокие разделительные свойства, отвечающие законам молекулярного течения газов, с коэффициентом изотопного обогащения не менее 35-40% теоретического значения, т.е. более 0,0015. В течение нескольких лет эксплуатации перегородки не должны терять своих разделительных свойств, их поры (а это десятые и сотые доли микрометра) не должны ни забиваться, ни раскрываться под воздействием агрессивного газа и продуктов его разложения, пыли и проч.;
- разработать специальный электропривод, способный надежно работать в агрессивной фторной среде и в вакууме;
- создать новый тип арматуры, вакуумно-плотные экономичные запорные клапаны, стойкие в гексафториде урана на различные проходные сечения с ручным и моторным приводами. Их высокая надежность должна позволять в любое время отключать от работающего каскада отдельные блоки машин и заменять их, обеспечивая при этом надежную вакуумную плотность;
- разработать надежную конструкцию сверхзвукового компрессора для сжатия и непрерывной прокачки высокоагрессивного газа — гексафторида урана;

- создать автоматические регуляторы давления и расхода газа в очень большом диапазоне значений (на три порядка). Они должны обеспечивать стабильность гидравлического режима во всей длинной цепочке каскадов и в каждой отдельной ступени;
- создать специальные водяные холодильники с развитыми поверхностями охлаждения для отвода тепла от нагретого газа при его прокачке компрессором;
- обеспечить надежную вакуумную плотность и исключить попадание в вакуумный объем не только воды, но и небольших количеств влаги в течение всего периода эксплуатации.

Вода — "убийца" гексафторида урана;

- создать специальную смазку для подшипников компрессоров, в которой водородные атомы заменены фтором;
- разработать специальные подшипники, надежно работающие на фторидной смазке в условиях вакуума, в атмосфере гексафторида урана;
- создать вакуумные насосы и гелиевые течеискатели, позволяющие обнаружить малейшие неплотности и газовые течи в сварных швах и разъемах разветвленной широкообъемной гидравлической системы диффузионного завода;
- создать вакуумную резину, стойкую в гексафториде урана и обеспечивающую вакуумную плотность в уплотняемых стыках и разъемах машин, и коммуникации (а их на заводе десятки тысяч) в течение нескольких лет эксплуатации завода;
- разработать специальные емкости для транспортировки и хранения гексафторида урана различной степени обогащения, и криогенную аппаратуру;
- создать высокоточные автоматические регуляторы расхода газа для систем питания машин и их каскадов и систем отборов обогащенного и обедненного урана;
- разработать контрольно-измерительные вакуумные приборы для ступеней и каскадов, методики и приборы для тонкого изотопного анализа обогащенного и обедненного урана.

Создание аппаратуры для отбора проб гексафторида урана в целях анализов также требовало новых, еще неизвестных технических решений.

В производстве машин и всего оборудования особые требования предъявляются к сварке, обеспечивающей надежную вакуумную плотность всех элементов и узлов в атмосфере гексафторида урана, а также гидравлическую плотность многочисленных сварных водяных полостей и поверхностей охлаждения.

Особо масштабной и беспримерной является разработка и ос-

воение технологии антикоррозионной защиты всех внутренних поверхностей машин, арматуры, трубопроводов от агрессивного воздействия фтора, выделяющегося при разложении (диссоциации) гексафторидного уранового газа, а также антикоррозионной защиты обширных водяных полостей охлаждения на многолетний срок эксплуатации.

В научных исследованиях также был непечатый край работы. Предусматривалось решение следующих вопросов: методика расчета компрессоров и гидравлических систем машин и каскадов; условия динамической устойчивости в работе каскадов и систем их автоматического регулирования; взаимодействие с гексафторидом урана конструкционных материалов и средства их антикоррозионной защиты или пассивации; поведение в условиях эксплуатации и надежное функционирование пористых перегородок фильтров, выполненных из различных исходных материалов и по различной технологии; методика контроля качества каждого фильтра на стадии изготовления, монтажа и эксплуатации и многие другие.

Ни одна из вышеперечисленных задач к началу 1946 года еще не была решена. Но к их решению уже энергично приступили. К разработкам по заданиям Лаборатории №2 и ПГУ были привлечены научно-исследовательские институты АН СССР, предприятия, отраслевые институты и конструкторские бюро министерств — авиационной, станкостроительной, химической, электротехнической промышленности, черной и цветной металлургии, приборостроения и др. Директива Правительства — все, к кому обращается ПГУ, обязаны безотлагательно включаться, решать или помогать, как в годы Великой Отечественной войны, по лозунгу "Все — для фронта, все — для Победы!". Заказы ПГУ — сегодня это фронтные заказы! Несколько стесняла, но дисциплинировала и подстегивала строжайшая режимность, особая система секретности и закрытости этих заказов, включая всю поступающую на объект документацию, поручения ПГУ и Лаборатории №2.

АМЕРИКАНСКИЙ ОПЫТ И ЧТО МЫ УЗНАЛИ О НЕМ ИЗ КНИГИ Г.Д. СМИТА

Какие сведения о промышленной разработке технологии разделения изотопов урана методом газовой диффузии мы могли извлечь из книги Г.Д. Смита? В гл. X указывается: "Серьезное изучение метода диффузии было начато в США с середины 1941 года, когда был заключен новый контракт с Колумбийским университетом. В конце 1941 года была доказана в принципе возмож-

ность разделения шестифтористого урана посредством *одноступенчатой диффузионной* (подчеркнуто автором — Н.С.) установки с пористыми перегородками (например, фильтром, изготовленным травлением тонкой фольги сплава цинк-серебро соляной кислотой)". Большая работа была проведена американцами по поиску решений по перегородке и компрессорам. К. Козн, М. Бенедикт и другие ученые теоретически определили, сколько может потребоваться газодиффузионных машин — ступеней, какова потребная площади пористых перегородок, какой должна быть схема каскадирования машин и проч.

Закрытая информация, полученная в 1941-1942 годах о ведущихся разработках газодиффузионного метода в Великобритании (учеными Р. Пайерлсом, Ф. Симоном и др.), отмечена Г.Д. Смитом как особенно ценная для американцев.

Решение о сооружении первого промышленного газодиффузионного завода, рассчитанного на получение нескольких граммов в сутки обогащенного урана, было принято в США только зимой 1942-1943 годов. С января 1943 года была разрешена постройка завода в долине р. Тенесси, в Клинтоне. Для маскировки этот завод именовался "механическим". Завод успешно заработал весной 1945 года. Как отмечает Г.Д. Смит, "для людей, работающих по газовой диффузии, период от 1940 до 1945 года был наполнен упорным трудом...". Вероятно, больше чем какая-либо другая группа в Манхэттенском проекте, группа, работавшая над газовой диффузией, заслуживает награды за храбрость и настойчивость, так же как и за научные и технические дарования".

"Из соображений секретности мы не можем рассказать, как они решали поставленные перед ними задачи, как во многих случаях они находили даже несколько решений в качестве гарантии против неудач в производстве. Это было замечательным достижением. В течение пяти лет были периоды малодушия и пессимизма. В настоящее время, когда завод не только работает, но работает бесперебойно, надежно и с производительностью большей, чем ожидалось, они в значительной мере забыты".

Эти слова были высказаны в 1945 году, по горячим следам трагических событий Хиросимы и Нагасаки, внушившим американцам, что монопольное обладание атомной бомбой дает им абсолютное мировое могущество, что они создали и имеют "нечто большее и нечто новое, что, пожалуй, окажется неизмеримо важнее открытия электричества или любого другого из великих открытий, оказавших сильное влияние на наше существование".

В книге-отчете Г.Д. Смита наряду с сообщением о выборе американцами газодиффузионного метода содержалась краткая ин-

формация, особенно нужная нам в то время (1946 год), когда мы только начинали штурм сложнейшей технической проблемы.

Американская информация была своеобразным запасным компасом, помогала проверить ориентировку в технической "тайге" — туда ли мы идем? В моменты особых трудностей и сомнений, особенно в начале пути, книга Г.Д. Смита помогала нам не теряться, верить в успех. В чем состояла эта информация? (выдержки из отчета Г.Д. Смита приведены в кавычках):

1. "В качестве "рабочего газа" выбран шестифтористый уран. Отсюда проблема - техника вакуума в ранее неслыханных масштабах".
2. "Основными трудностями явились разработки удовлетворительных пористых перегородок и насосов (компрессоров). Требовались акры перегородок и тысячи насосов".
3. "Применена одноступенчатая разделительная установка" (с одним компрессором).
4. "Так как разделение в одной ступени слишком незначительно, то потребовалось несколько тысяч ступеней. Наилучший способ их соединения требует многократного повторения цикла, так как количество вещества, проходящего через перегородки нижних ступеней, во много тысяч раз превышает количество обогащенного продукта, извлекаемого из последней ступени". Ступени соединены в каскады по схеме, приближающейся к идеальным каскадам.
5. "Схема разделительной установки такова, что в любой ступени приблизительно половина поступающего вещества проходит через перегородку к следующей высшей ступени, в то время как другая половина возвращается обратно в предыдущую ступень...". Циркуляция всего количества газа в ступени должна быть осуществлена с помощью компрессоров.
6. "Так как поток газа через ступень значительно меняется с номером ступени в каскаде, количество и размеры насосов (компрессоров) также сильно изменяются от ступени к ступени. Тип и производительность компрессора, требуемого для данной ступени, зависят только от веса подаваемого газа, но и от требуемого напора".
7. "Система циркуляции в целом, заключающая в себе компрессоры, перегородки, трубопроводы и клапаны, должна быть уплотнена на вакуум. Смазочные вещества или уплотняющие среды должны реагировать с рабочим газом, так же как и ни один из применяемых материалов".

Так на нескольких страничках официального отчета сообщалось о принятой концепции основного оборудования и разрабо-

танной и успешно осуществленной в США промышленной газодиффузионной технологии получения высокообогащенного урана для применения его в военных целях. Явно рассчитанные на промышленную недоступность для других стран или чрезмерную для них трудность решения приводились в отчете Г.Д. Смита, пугающие всех неамериканцев, почти фантастически звучащие технические требования (не фальсифицированные, а реальные) на пористые перегородки для диффузионных машин, вытекающие из известных законов молекулярной физики. Так указывалось: "...чтобы обеспечить истинный "диффузионный" поток газа, диаметр бесчисленного множества отверстий в перегородке должен быть меньше одной десятой среднего свободного (до столкновения с другими) пробега молекул, который имеет порядок десятой доли микрометра. Следовательно, материал перегородки должен иметь миллионы отверстий диаметром, меньшим или равным 0,01 мкм, ($4 \cdot 10^{-7}$ дюйма) 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" газа в одну атмосферу, легко изготавливаться в больших количествах и однородной по качеству".

Эта информация, хотя и вытекающая из законов физики, была явно рассчитана на испуг или смятение, как штанга тяжелоатлета-чемпиона, которую предлагается поднять хилому зрителю из зала. Однако она оказалась для нас полезным наставлением, создающим уверенность в правильности выбранного пути и исключаящим представление о легкости и простоте решения проблемы.

Для нас было немаловажно и то, что атомная бомба, сброшенная над Хиросимой, была изготовлена из высокообогащенного урана. Значит, всемерное форсирование работ по промышленному освоению диффузионной технологии у нас в стране — дело верное, безошибочное.

ПЕРВЫЕ КРУПНЫЕ НЕУДАЧИ И ОГОРЧЕНИЯ (1946 год)

Научный руководитель инженерных разработок диффузионной проблемы, заведующий кафедрой гидромашин Ленинградского политехнического института, бывший главный конструктор КБ гидромашин Ленинградского металлического завода, проф. И.Н. Вознесенский на первых порах совместно с группой своих сотрудников приступил к разработке первой конструкции советской диффузионной машины. Заводские коллективы конструкторо-

ров еще не были подключены, а время терять нельзя. И.Н. Вознесенскому представлялось, что в противоположность американцам диффузионная машина должна быть не одноступенчатой, а многоступенчатой. Это — агрегат с десятком или более компрессоров центробежного типа, рабочие колеса (крыльчатки) которых установлены и вращаются на одном валу. Каждое рабочее колесо с установленным за ним пакетом плоских пористых перегородок образуют самостоятельную разделительную ступень газодиффузионного процесса, а все вместе — блок одинаковых ступеней, объединенных газовыми коммуникациями и общим электродвигателем. Из таких многоступенчатых агрегатов — блоков образуется разделительный каскад, а из нескольких каскадов — диффузионный завод. При малых расходах прокачиваемого газа, т.е. для машин малой производительности, такая концепция казалась возможной и осуществимой. Для многоступенчатого компрессора требуется один электропривод. Для отключения агрегата нужны только три запорных клапана: на трубе ввода питания, на отборе обогащенного и отвале обедненного продукта. Для монтажа каскада в 20-30 раз сокращается число агрегатов по сравнению с одноступенчатыми машинами. Во всем этом виделось большое преимущество предложенных И.Н. Вознесенским конструкций диффузионных машин.

Для интенсивного разрабатываемого многоступенчатого агрегата лаборатория И.Н. Вознесенского (превращенная в филиал Лаборатории №2) в начале 1946 года выдала Горьковскому машиностроительному заводу срочное техническое задание на разработку и изготовление стенда для отработки конструкции гидравлического уплотнения вращающегося вала. Предполагалось, что это уплотнение, установленное на валу компрессорного агрегата, будет надежно защищать его вакуумную плотность от натечки атмосферного воздуха. Таких вакуумных уплотнений, особенно для толстых (диаметром 200 мм) валов, никто еще не создавал. Все — заново.

Одновременно созданному в январе 1946 года, только еще начинающему свою жизнь, конструкторскому коллективу ОКБ Кировского завода И.Н. Вознесенским и И.К. Кихоиним было выдано задание на разработку 24-ступенчатой диффузионной машины. Этот агрегат получил индекс РЗГ (разъемный, горизонтальный). Размещение на одном валу 24 центробежных рабочих колес, а в едином корпусе агрегата многих кривых каналов для подвода и отвода газа, компоновка за каждым компрессором холодильников и пакетов из плоских пористых перегородок создавали в целом очень громоздкую и сложную, совершенно не технологическую конструкцию. Усложнялась проблема обеспечения вакуума при

ошибочно принятом горизонтальном разъеме многотонного сварного корпуса многометровой длины. Так с разработки многоступенчатой машины начали свою работу в только что созданном ОКБ конструкторы-кировцы, в первые месяцы еще технически не разобравшись в специфике поставленной задачи.

Параллельно был подготовлен технический проект 30-ступенчатого агрегата И.Н. Вознесенского; по решению Москвы он был передан для рабочего проектирования подключившемуся к данной проблеме ГМЗ, на котором специальное ОКБ было оформлено только через год. Эта машина имела индекс НВК. Однако полученный проект горьковчане вскоре забраковали как совершенно нетехнологический, непригодный к серийному производству. Тогда ГМЗ получил задание совместно с конструкторами проф. И.Н. Вознесенского и под его руководством разработать новый проект и в процессе разработки, не теряя ни одного дня, превращать чертежи в металл, не боясь неизбежных переделок. Главное было выиграть время.

Поставлена задача уже в 1946 году изготовить два агрегата с индексом НВК-ЗИС-30 и одновременно готовить на заводе их серийное производство. Заказу на мощном заводе дана "зеленая улица". Главным конструктором НВК-ЗИС-30 Правительство назначило проф. И.Н. Воскресенского, а его заместителем — А.И. Савина, который в то время был главным конструктором артиллерийского производства завода.

В то же время (к концу 1946 года) на ЛКЗ при параллельной работе конструкторов и технологов были разработаны и изготовлены два образца 24-ступенчатой машины (главный конструктор - Э.-С.А. Аркин). И в Ленинграде, и в Горьком, и в Москве вскоре был сделан вывод, что принятая и продвигаемая столь энергично концепция диффузионной многоступенчатой машины ошибочна: она заводит в тупик.

В это время в Ленинграде и в Горьком уже выполнялись по примеру американцев конструктивные проработки одноступенчатой машины с вертикальной компоновкой бака-делителя, где размещались пакеты пористых перегородок. На корпус делителя навешивался высокооборотный центробежный компрессор, приводимый во вращение специальным асинхронным двигателем, работающим в вакуумной среде рабочего газа.

Появление в это время книги Г.Д. Смита было очень своевременным и полезным. Работы по многоступенчатой конструкции были свернуты и к концу 1946 года на конкурсной основе разработаны и изготовлены в металле "головные" (так считалось) партии из 20 одноступенчатых машин малой производительности и в Горь-

ком, и в Ленинграде. Так началась творческая состязательность и производственное соревнование двух прославленных машиностроительных гигантов.

И хотя оба завода вышли на правильное направление, беды и неудачи в 1946 году еще не окончились.

Ошибки и задержки в разработке основного технологического оборудования для первого диффузионного завода остро переживали все его ответственные участники: исполнители и руководители. Ведь срывались намеченные Правительством сроки сооружения и ввода важнейшего для страны оборонного объекта. После горячих обсуждений сложившейся обстановки в Специальном комитете не выдержало большое сердце заместителя научного руководителя, ответственного за решение инженерных вопросов, И. Н. Вознесенского. В июне 1947 года в возрасте 59 лет он скоропостижно скончался.

ПРОБЛЕМА ПОРИСТЫХ ПЕРЕГОРОДОК И ЕЕ ТРУДНОЕ РЕШЕНИЕ

С самых первых дней разработки диффузионных машин была твердая уверенность, что с механикой этих машин мы справимся. В Советском Союзе накоплен большой конструкторский и технологический опыт создания сложных и надежных механизмов, требовавших точного изготовления при крупносерийном производстве. Это было наглядно показано в трудные годы только что закончившейся Великой Отечественной войны. Однако было ясно и то, что сердцевиной диффузионной технологии являются при всей их сложности не компрессорные агрегаты, а пористые перегородки — сепараторы изотопов. Разделительная производительность диффузионных машин, их длительная эксплуатационная надежность и в целом экономичность метода в конечном счете определяются качеством применяемых пористых перегородок, собранных в хорошо уплотненные пакеты и сборки и смонтированных на напорной трассе газового центробежного компрессора. Нигде ранее в технике в такой ответственной роли подобные хрупкие тонкие изделия не применялись.

Отдельная пористая перегородка ("диффузионный барьер" или "фильтр") может быть выполнена или в виде тонкой (толщина около 0,8 мм) плоской пластины, или (что значительно труднее) в виде короткой (длиной около 500 мм) тонкостенной (менее 0,5 мм) трубки оптимальным диаметром 15 мм. Как плоские, так и трубчатые фильтры должны выдерживать перепад газового давления до 1 атом.

Чтобы иметь достаточно большое суммарное сечение пористых каналов в перегородках (его принято обозначать термином "проницаемость"), геометрическая поверхность их должна содержать огромное количество мельчайших пор размером, не превышающим требований молекулярного течения, при котором происходит изотопное обогащение.

На одном квадратном метре поверхности диффузионного фильтра должно размещаться несколько миллионов пор. Предельный размер пор, т.е. средний их приведенный диаметр, измеряется долями микрометра и зависит от плотности (следовательно, от давления) диффундирующего газа, что обусловлено средней длиной свободного пробега молекулы, зависящей от плотности газа (об этом подробно описано выше). Расчеты показывают, что при атмосферном давлении средний размер пор должен составлять тысячные доли микрометра, а при давлении 160-200 мм рт. ст. (21-26 кПа) — около 0,01 мкм, при 10 мм рт. ст. (1,33 кПа) допустимо иметь 1 мкм.

Конечно, не располагая никаким опытом, надо было начать с практически доступных требований, т.е. пойти на снижение рабочего давления газа, на более глубокий вакуум. С этого и начали в 1946-1947 год., приняв за исходное проектное значение давление газа перед пакетом фильтров, равное 10-20 мм рт. ст. (1,3-2,6 кПа). Столь малая плотность газа означает его малый (массовый) расход (кг/ч) при больших перекачиваемых объемах (м³/ч). Компрессоры должны качать весьма разреженный газ. И если рассчитывать на реальный коэффициент изотопного обогащения в одной степени при делении потока пополам, равный около 50% возможного теоретического (0,0043), то и тогда эффективная разделительная мощность (способность) диффузионной ступени* будет невелика, и крупного завода с высокой разделительной мощностью по выпуску высокообогащенного урана на таких машинах не построить.

При дальнейшем развитии диффузионного метода через пятьдесят лет удалось создать высокоэкономичные мелкопористые трубчатые фильтры, эффективно работающие при давлении газа 50-100-200 мм рт. ст. и более.

Но изготовить сотни и тысячи квадратных метров пористых перегородок, содержащих миллионы мельчайших пор, размеры которых не превышают десятые и сотые доли микрометра, практически невозможно. Приходится допустить и какое-то число по-

* *Разделительная мощность (способность) диффузионной ступени выражается произведением расхода газа, прокачиваемого через ступень за единицу времени, на квадрат полного коэффициента обогащения, деленный на 8.*

ристых каналов, по своему сечению выходящих за пределы требуемого. Через эти некондиционные расширенные поры будут с одинаковым успехом проскакивать через перегородку в молекулах гексафторида как легкие (^{235}U), так и тяжелые (^{238}U) изотопы урана. Этот проскок будет снижать эффективность разделения изотопов во всей ступени.

Расчеты показали, что допустимое относительное количество таких некондиционных пор не должно превышать несколько процентов; это потом стали называть термином "добротность". В начале проскок разрешался до 4%, затем он был снижен до 1-2%. В последние годы прогресс в области развития технологии позволил довести значение добротности до менее 1%. При этом, естественно, снижается и проницаемость фильтров, так как суммарное сечение проходу газа уменьшается.

Однако мало изготовить пористые перегородки требуемого качества. Задача состоит в том, чтобы в условиях длительной эксплуатации в среде агрессивного газа, их поры не увеличивались и не забивались. Они должны отличаться стабильной характеристикой и быть устойчивы к воздействию фтористой среды. Увеличение пор приводит к снижению разделительных свойств, а уменьшение и забивание отверстий снижает расход газа и общую разделительную мощность ступени. Для химической стабилизации пористых перегородок был найден эффективный способ газовой пассивации их во фторной среде при повышенных температурах. Кроме того, следует отметить особые требования к стандартности технических показателей фильтров в условиях массового их производства, где приемка качества и соответствующая паспортизация относятся к каждому изделию.

Да, весьма трудной, а порой практически не выполнимой казалась техническая и производственная проблема промышленной технологии изготовления пористых перегородок. Для ее решения ПГУ были привлечены известные в стране ученые, инженеры и специалисты различных ведомств, одновременно подключались производственные базы некоторых советских заводов.

В начале 1946 года был объявлен закрытый конкурс на создание плоских фильтров (с них, а не с трубчатых было проще начать) по техническим условиям, разработанным Лабораторией №2 АН СССР. Было отобрано и опробовано параллельно несколько направлений разработок:

1. Получение красномедных плоских фильтров путем травления цинка в тонкой латунной пластине (следует отметить, что аналогичную задачу американцы пытались решить на цинкосеребряных пластинах).

2. Получение никелевых пористых пластин методом пробивки в них мелких игольчатых отверстий на специально построенном механическом приспособлении.
3. Изготовление фильтров с помощью нанесения мелкой сетки на металлическую пластину с последующим точечным травлением.
4. Изготовление пористой ткани путем особой укладки и склейки специальных волокон.
5. Получение плоских фильтров методом выдавливания из тестообразной массы, приготовленной из мелкодисперсионного никелевого порошка, с последующим спеканием полученной ленты.
6. Изготовление пористой пластины из мелкодисперсионного никелевого порошка с формованием заготовки в пресс-форме, установленной на вибростенде, с последующим спеканием.

Последний вариант оказался удачным и был принят для производства. Он был разработан Московским комбинатом твердых сплавов (МКТС) Минцветмета СССР (директор С.П. Соловьев, главный инженер Г.Н. Левин) совместно с Лабораторией №2 АН СССР (И.К. Кикоин, В.С. Обухов, В.Х. Волков и др.). Эти фильтры имели, хотя и невысокие, но в тот период приемлемые параметры с добротностью, не превышающей 10%. Тогда ни наука, ни производство не овладевали еще технологией получения тонкодисперсных никелевых порошков.

Подготовка производства и серийный выпуск плоских фильтров в короткие сроки были организованы на МКТС; это было крупное техническое достижение. Все машины первого диффузионного завода Д-1 были оснащены этими фильтрами, позволяющими эффективно работать при давлении гексафторида урана на их входе до 20-30 мм рт. ст. (2,6-4 кПа).

Наряду с плоскими фильтрами одновременно интенсивно велись разработки по получению трубчатых изделий: на МКТС, в Лаборатории №2 АН СССР, а также в Сухумском физико-техническом институте с привлечением работающих в нем нескольких немецких ученых (проф. П.А. Тиссена, д-ра Р. Райхмана и др.).

В 1948 году в Сухуми были получены первые результаты в создании трубчатых фильтров. Они выполнялись двух типов: каркасные и керамические. Каркасные пористые фильтры получали путем нанесения на никелевую сетку, имеющую 7-10 тыс. отверстий на 1 см^2 , мелкого порошка из карбонильного никеля, и последующего спекания его в печи. Руководителем работ был немецкий проф. П.А. Тиссен, работавший в послевоенные годы в институте в Сухуми. Второй тип фильтра — керамический, полу-

часемый путем выдавливания тонкостенной трубки через кольцевой мундштук тестообразной массы, приготовленной из порошка закиси никеля со связующими добавками и последующим восстановительным обжигом в водородной печи. Руководителями этой разработки были немецкий специалист Р. Райхман и советские инженеры В.Н. Ермин и его супруга Н.Н. Ерина.

В промышленном освоении каркасных фильтров встретились большие трудности с изготовлением сетки, выполненной из тончайших никелевых нитей толщиной 0,05 мм, для получения которых требовались при волочении алмазные фильеры. Первоначально была использована получаемая из Берлина (ГДР) сетка (на 7 тыс. отверстий), но вскоре в СССР на Кольчугинском заводе Минцветмета СССР в короткие сроки была освоена советская технология производства тончайшей никелевой проволоки, позволившая на ткацких станках получать более мелкую сетку (до 10 тыс. отверстий на 1 см²). Большие трудности создавал дефицит алмазов для протяжного инструмента (фильеров).

Оба типа трубчатых фильтров успешно прошли комплекс испытаний в Лаборатории №2 АН СССР и были приняты для применения на диффузионных машинах второго поколения, разработка которых непрерывно велась в Ленинграде (ОКБ ЛКЗ) и Горьком (ОКБ ГМЗ). Первые трубчатые фильтры были рассчитаны для работы при давлениях газа (гексафторида урана) до 50 мм рт. ст., что позволяло при тех же геометрических размерах диффузионной машины увеличить ее разделительную мощность в 2-2,5 раза по сравнению с давлением 20 мм рт. ст., подняв соответственно лишь мощность двигателя компрессора.

Были очень жаркие споры. Горьковчане (А.С. Елян, А.И. Савин) отстаивали уже проверенные в эксплуатационных условиях плоские фильтры и не доверяли хрупким пористым трубкам, которых требовалось значительное количество. Особенно тревожились за герметичность развальцовки приваренных по концам трубочек никелевых наконечников в трубных досках. Ленинградское ОКБ (Н.М. Синев, Э.-С.А. Аркин) совместно с научным руководителем И.К. Кикоиным, 2 Главным управлением ПГУ (А.Д. Зверев, Р.А. Согомонян) и Проектным институтом (А.И. Гутов, В.В. Смирнов) настаивали на применении трубчатых типов фильтров, как наиболее перспективных для работы при повышенных давлениях и позволяющих создавать высокоэкономичные диффузионные машины большой разделительной мощности.

На секции №2 НТС под председательством В.М. Малышева всесторонне была рассмотрена ситуация и принята позиция сторонников трубчатых фильтров. И так как единства мнений не

было, то окончательное решение должен был принять Научно-технический совет ПГУ, который под председательством И.В. Курчатова, подробно обсудив вопрос, принял решение, предложенное секцией №2, и рекомендовал всемерно форсировать научно-исследовательские работы по созданию эффективной промышленной технологии трубчатых фильтров с высокими разделительными свойствами при повышенных давлениях газа.

В 1949 году было организовано промышленное производство трубчатых фильтров: каркасных — на подмосковном механическом заводе, а керамических — на Московском комбинате твердых сплавов Минцветмета СССР. На подмосковный завод из Сухуми была переведена лаборатория проф. П.А. Тиссена, а на МКТС — лаборатория В.Н. Ермина и Н.Н. Ерминой. На этих двух заводах в короткие сроки были оборудованы специальные цеха; для оснащения разработаны специальное оборудование и инструмент, ранее не применявшиеся в промышленности. Особые требования к чистоте на всех технологических операциях, к стерильности конечной продукции создавали облик необычного производства. Белые халаты, белые перчатки — у рабочих и инженеров, облицовка металлскими плитками стен — всюду чистота, сравнимая с хирургической палатой. И при этом каждое изделие, включая и бракованные, — на особом учете, как сверхсекретная важнейшая продукция. Оба завода — подмосковный (директор А.Н. Каллистов) и МКТС (директоры В.Д. Блатов и С.П. Соловьев) — в течение ряда лет обеспечивали своей тонкой, хрупкой, сверхчистой продукцией (пористыми трубочками длиной 500 мм и диаметром 15 мм) развивающуюся диффузионную промышленность страны. Каждая трубочка (а их было многие миллионы) упаковывалась в герметичную стеклянную пробирку вместе с паспортом ее контрольной проверки, а затем они транспортировались в ящиках на диффузионный завод в сопровождении специальной охраны.

Первые поставки каркасных и керамических трубчатых пористых фильтров были установлены в 1949-1952 годах на диффузионных машинах Т-47 и Т-49 (расход газа 1,2 и 2,2 кг/с при давлении 50 мм рт. ст.), разработанных в ОКБ ЛКЗ (главный конструктор Н.М. Синев, заместитель главного конструктора Э.С.А. Аркин). Этими машинами были оснащены в 1950-1953 годах новые диффузионные заводы Д-3 и Д-4, построенные на Урале.

Основываясь на успехах освоенной технологии и практического применения трубчатых фильтров, секция №2 НТС под руководством В.М. Малышева рассмотрела возможные направления дальнейшего развития диффузионных заводов и выполненные по заданию ПГУ технико-экономические расчеты и приняла реко-

мендации по совершенствованию разделительных характеристик фильтров, повышению давления газа перед фильтрами и по созданию новых типов машин с увеличенным массовым и объемным расходом газа в ступени, прокачиваемого компрессорами.

Конструкторам были выданы новые технические задания для разработки более мощных машин. ОКБ ЛКЗ (главный конструктор Н.М. Синев) приступило к разработке большой машины Т-51, а ОКБ ГМЗ (главный конструктор И.И. Африкантов) — машины ОК-23 на расходы газа 8 и 4 кг/с при давлении перед фильтрами 75 мм рт. ст. Опытные образцы этих машин были изготовлены уже в 1952 году, а в 1953 году успешно приведены их комиссионные приемные испытания.

По решению Правительства этими машинами предполагалось оборудовать головные каскады нового большого диффузионного завода. В это время по приказу заместителя начальника ПГУ А.П. Завенягина на диффузионных заводах на Урале приступили к организации массового промышленного производства трубчатых фильтров. Развернутые исследования по технологии трубчатых фильтров на этом заводе велись интенсивно и плодотворно, многие годы их возглавляли профессора М.В. Якутович (заместитель научного руководителя завода), С.В. Карпачев (начальник ЦЗЛ), переведенный из Сухуми проф. В.А. Каржавин.

К 1951 году в основных чертах была разработана "гидравлическая" (гидроаэродинамическая) теория делителя (С.Л. Соболев, Я.А. Смородинский), а в 1950-1952 годах Ю.М. Каганом (позднее — акад. АН СССР) в ЦЗЛ завода были разработаны основы теории разделения газовых смесей на пористых средах. Ими было получено решение задачи для гомогенных пористых сред, справедливое для всей области давлений, и подробно исследован эффект перемешивания в ламинарном и турбулентном делителях. В последующие годы Ю.М. Каганом была создана более общая и строгая теория разделения многокомпонентных газовых смесей на гомогенных и гетерогенных пористых средах.

Одновременно в ЦЗЛ диффузионного завода были начаты экспериментальные исследования процессов течения газа и эффектов разделения на "модельных" газовых смесях. Многочисленные эксперименты позволили установить основные закономерности этих явлений и подтвердить теоретические положения Ю.М. Кагана. Разработанная несколько позднее экспрессная масс-спектрометрическая методика определения качества фильтров (по эффекту обогащения "воздушной смеси" аргоном) стала основным способом контроля в производстве фильтров (В.А. Каржавин, И.С. Израилевич, Г.Я. Березин и др.).

Большой цикл работ был посвящен изучению обогащения в элементе делителя — трубке в зависимости от проницаемости, длины проточной части, давления при различных гидравлических режимах. Определялись оптимальные параметры турбулизаторов, обеспечивающих наилучшее перемешивание газа внутри трубки. Таким образом, диффузионный фильтр-делитель был подробно изучен.

Практика дальнейшего развития диффузионной промышленности подтвердила правильность принятого решения о создании на диффузионном заводе производства пористых фильтров, хотя это решение имело и многочисленных противников ("зачем обременять диффузионный завод несвойственной ему сложной промышленной задачей"). За успешное техническое решение проблемы пористых фильтров и организацию их поточного производства в 1951 и 1953 годах большая группа ведущих ученых-исследователей, технологов и организаторов производства была награждена Государственной премией СССР; среди них: В.С. Обухов, В.Х. Волков (Лаборатория №2); В.Н. Ермин, Н.Н. Ерина, В.Д. Блатов, Г.Н. Левие, С.П. Порхунов (МКТС); П.А. Тиссен, В.А. Каржавин, Ю.Л. Голин, В.М. Глухов, Ф.Ф. Квашин (Сухумский физико-технический институт и подмосковный завод) и другие. Развитие технологии продолжалось и в последующие годы. Одновременно улучшались технические и экономические показатели, резко снижались затраты на изготовление фильтров.

ПЕРВЫЙ В СССР ДИФФУЗИОННЫЙ ЗАВОД Д-1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА. ГЛАВНЫЕ ПОСТАВЩИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Постановление Совета Министров СССР о сооружении первого диффузионного завода было принято 1 декабря 1945 года, т.е. за месяц до последующих решений — о создании особых конструкторских бюро для разработки основного технологического оборудования и о привлечении к его изготовлению промышленности.

Для строительства завода Д-1 была выбрана площадка вблизи пос. Верх-Нейвинск на Северном Урале. Здесь в XVIII в. предприимчивым заводчиком Демидовым был сооружен небольшой металлургический заводик, использовавший энергию воды р. Нейвы, запруженной в междугорьях широкой земляной плотиной и образовавшей два глубоких искусственных озера. Так возникло две сотни лет назад великое обилие воды, столь необходимой теперь нам для будущего атомного завода. Мимо проходила на север Урала железнодорожная магистраль, позволявшая рядом с ней бы-

стро развернуть крупное строительство, и, что очень важно, здесь был почти готовый пустой огромный П-образный корпус недостроенного авиационного завода. Рядом проходила линия электропередачи и просто решалась задача электрообеспечения; имелся небольшой рабочий поселок завода по переработке вторичного цветного металла. В 50 км от поселка расположен индустриальный центр Урала — Свердловск. По одну и другую стороны железной дороги на десятки километров, шли заросшие хвойным лесом невысокие уральские горы, зеленые сопки и безлюдье.

Постановлением Правительства недостроенный корпус авиазавода общей площадью около 50 тыс. м² передавался ПГУ для его реконструкции и размещения основного технологического оборудования (Д-1). Все вместе создавало хорошие условия для ускоренного строительства. И это было главное и решающее при выборе площадки.

На сооружение завода Д-1 и жилищного поселка отводилось два-три года. Завод должен был вводиться в эксплуатацию частями, начиная с 1948 года, а в 1949 году уже работать по полной схеме. Сначала должны вводиться каскады, состоящие из машин малой производительности, затем средней и большой. Постановление Совета Министров СССР, подписанное 26 декабря 1945 года, обязывало ПГУ приступить без промедления к строительству завода Д-1, которое было возложено на Главпромстрой МВД СССР (руководитель А.Н. Комаровский). С этой целью создается на Урале Строительное управление, и привлекаются специализированные строительно-монтажные организации (Стальконструкция, Сантехмонтаж, Теплоконтроль и др.) и заводы — поставщики оборудования. В самый напряженный период (1946-1949 годах) строительство возглавлял опытный строитель генерал И.П. Бойков, в 1950 году его сменил инженер-полковник А.С. Пономарев. Главным инженером СУ в течение шести лет работал инженер Б.М. Сердюков. После 1949 года здесь строились и другие диффузионные заводы Д-3, СУ и Д-4. На строительной площадке было сосредоточено до 25-30 тыс. строителей всех категорий. Основные работы велись круглосуточно и контролировались Москвой. Воистину эта была крупнейшая после войны ударная оборонная стройка страны.

Разработка проектов диффузионных заводов была поручена специализированному Ленинградскому проектному институту — ГСПИ-11 (директор А.И. Гутов, главный инженер В.В. Смирнов). Институт приступил к этой работе в апреле 1946 года по проектному заданию, составленному Лабораторией №2 и утвержденному руководством ПГУ. Главными инженерами проекта завода Д-1 рабо-

тали первоначально И.З. Гельфанд, затем — М.М. Взоров, ведущими проектировщиками — М.М. Добулевич, В.Ф. Чекалов, И.С. Бройдо, С.С. Майзель, Г.Г. Водопьянов, М.И. Чухраев и др. Научным руководителем проекта Д-1 был назначен И.К. Кикоин, а его заместителем — И.Н. Вознесенский. Расчетные работы по проекту завода возложены на заместителя научного руководителя академика С.Л. Соболева. Под его руководством разработана методика расчета принципиальной схемы построения и взаимодействия 56 каскадов, составленных из тысячи машин нескольких типоразмеров, схема их автоматического регулирования, обеспечивающая устойчивый гидравлический режим и получение конечного высокообогащенного (первоначально до 75%, затем — 90%) урана, предназначенного для атомного оружия. Оригинальная аппаратура для точного и тонкого автоматического регулирования всех машин и каскадов завода была успешно разработана конструкторами ОКБ ЛКЗ, ее изготовление и поставку обеспечивал Кировский завод, как для машин собственной конструкции, так и для всех машин, поставляемых ГМЗ.

В это время мы уже располагали некоторой, вызывающей доверие, информацией о первом американском диффузионном заводе в Ок-Ридже (отчет Г. Смита). В книге содержалась и фотография общего вида этого завода. Мы обратили внимание, что по всему периметру обширных зданий расположены трансформаторы тока, а их крышу пронизывают многочисленные вентиляционные устройства. На переднем плане размещены батареи водоохлаждающих воздушных градирен, а от завода проложен широкий водный канал. Все это давало представление о строительных масштабах, подтверждая приведенную в книге Г. Смита информацию о большом энергопотреблении диффузионной технологии, о необходимости прокачки больших количеств охлажденной воды для отвода тепла, выделяемого в компрессорах многих тысяч диффузионных машин.

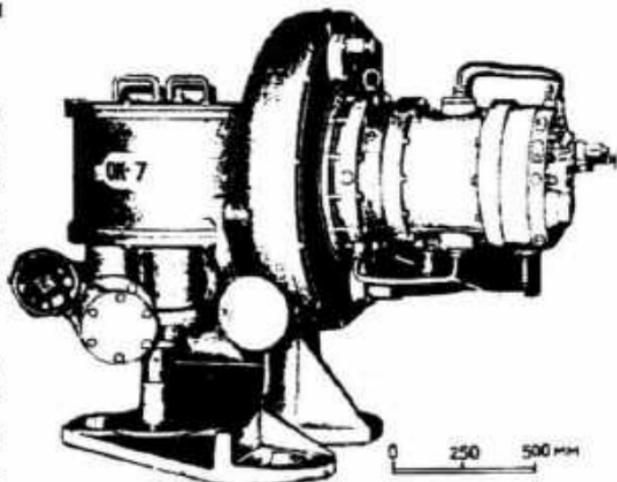
Первый вариант проектного задания предусматривал применение на заводе Д-1 только многоступенчатых диффузионных машин РГЗ и НВК. Но к осени 1946 года от этих машин пришлось отказаться и проектирование завода Д-1 начать практически сначала, взяв за основу одноступенчатые машины с центробежными компрессорами, конструкторская разработка которых интенсивно велась в Ленинграде и Горьком. В новом варианте проектного задания, в соответствии с расчетной схемой каскадов завода, намечена была установка ступеней с машинами конструкции ОКБ ГМЗ: ОК-7, ОК-8 и ОК-9 (главный конструктор А.И.Савин) с массовым расходом газа (гексафторида урана) соответственно 30, 90 и 240 г/с при его давлении перед фторис-

Рис. 3. Диффузионная машина ОК-7

тыми фильтрами 19 мм рт. ст.* и с машинами конструкции ОКБ ЛКЗ (Т-6 и Т-15) на аналогичные параметры (главный конструктор — Э.-С.А. Аркин).

В конце 1946 года изготовлено по 20 машин ОК-7 и Т-15; они были подвергнуты эксплуатационным испытаниям в Лаборатории №2 оказалась более отработанной и приемлемой для производства, в то время как ленинградская машина (Т-15) с высокооборотным компрессором (9000 об/мин) по ряду параметров не отвечала техническим требованиям (по надежности подшипниковых опор, по герметичности и др.). Времени на доработку машин Т-15 у кировцев практически уже не было. В свою очередь, не было и достаточной подготовки для производства машин на ЛКЗ. После бурных обсуждений на заседании секции НТС у В.А. Малышева ПГУ приняло решение завод Д-1 комплектовать только машинами Горьковского завода.

Столь большая неудача и провал конструкторов-кировцев и проявленная растерянность потребовали срочных мер по укреплению ОКБ. Главным конструктором ОКБ ЛКЗ Советом Министров СССР в июне 1947 года был назначен Н.М. Синев (40 лет), до этого (с марта 1945 года) являвшийся парторгом ЦК КПСС на ЛКЗ. Н.М. Синев в период Великой Отечественной войны работал заместителем главного конструктора ЛКЗ и Уральского комбината по тяжелым танкам, а после окончания МВТУ им. Баумана (в 1932 год.) — начальником Специального КБ №1 ЛКЗ по разработке реактивных газотурбинных и паровых двигателей для авиации. Инженер Э.-С.А. Аркин был назначен заместителем главного конструктора ОКБ ЛКЗ. Одновременно по приказу министра транспортного машиностроения В.А. Малышева на ЛКЗ проведено значительное укрепление кадров конструкторов и технологов ОКБ и



* До 1954 г. все машины, разработанные в ОКБ ГМЗ, имели индекс ЛБ (инициалы Лаврентия Берия), позже переименованы, получив новый индекс — ОК (особая конструкция).

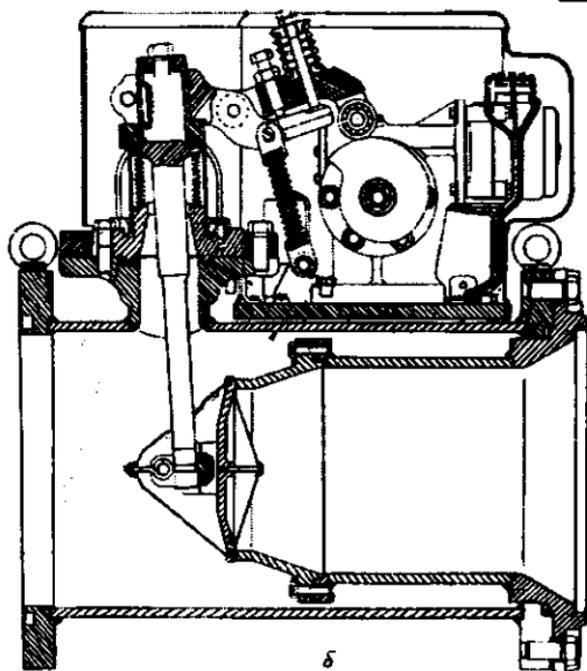
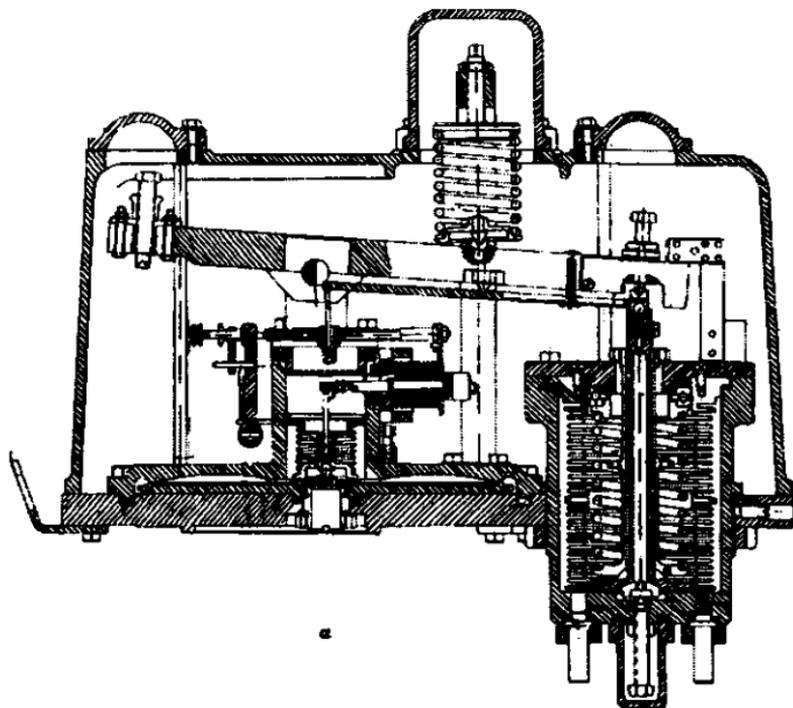


Рис. 4. Автоматический регулятор давления (РД) и расхода газа (РП) между ступенями конструкции ОКБ ЛКЗ: а – блок мембранного устройства с механизмами пневматического усиления точной настройки; б – блок управления автоматического регулятора давления и расхода

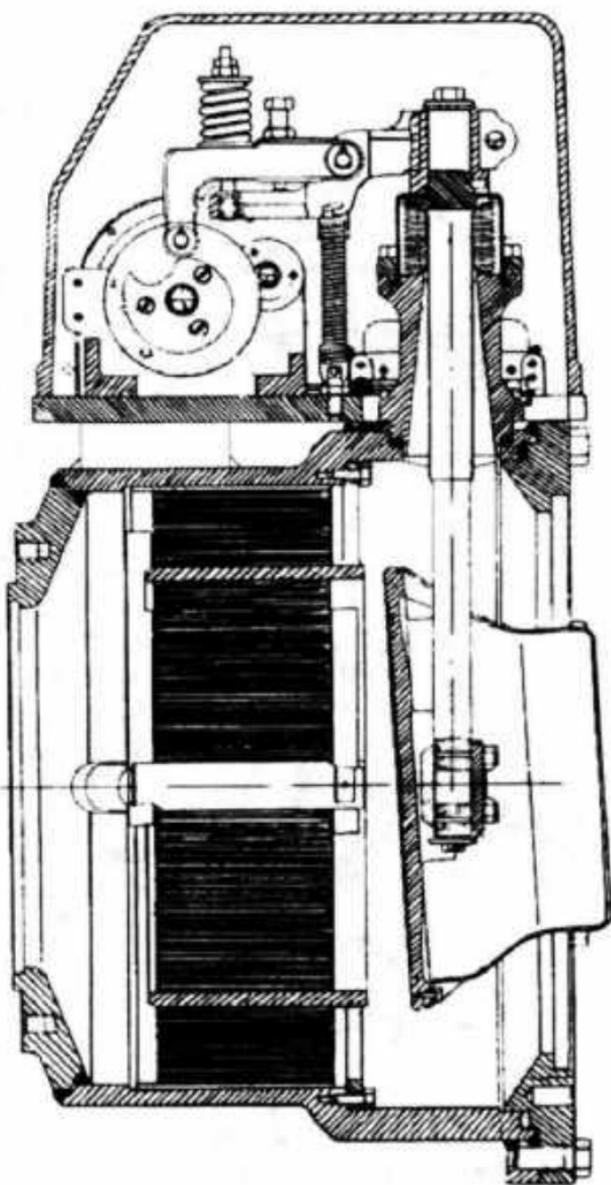


Рис. 5. Щелевое автоматически регулируемое сопротивление на трассе тяжелой фракции (регулирование давления и расхода между ступенями)

расширена экспериментальная база и лаборатории ОКБ, рассчитанные на круглосуточную работу.

В новом варианте проектного задания предусмотрено комплектовать Д-1 в составе следующих машин: ОК-7 — 2756, ОК-8 — 2160, ОК-9 — 1344 машин ступеней; всего 6260 последовательно соединенных машин, скомплектованных в 56 каскадах, связанных между собой коммуникациями для передачи и отбора обогащенной фракции газа (ее принято называть "легкой фракцией") и обедненного продукта, принятого называть отвалом или "тяжелой фракцией". Все машины на диффузионном заводе должны работать непрерывно, безостановочно, так как остановка ведет к перемешиванию газа, имеющего определенное различие по содержанию ^{235}U в каждой ступени. Для возможности ремонта и остановок отдельных ступеней (в случае какой-либо неисправности или выхода из строя) все диффузионные машины внутри каскадов были разбиты на группы по 12 машин, образующие байпасируемые по газовым коммуникациям блоки. Такой блок с помощью надежных вакуумных запорных клапанов можно отсекать от работающего каскада, при этом, конечно, возникают некоторые потери разделительной работы.

Расчетные схемы завода Д-1 в ходе его строительства и ввода в эксплуатацию неоднократно пересчитывались, изменялись, корректировались. Сложнейшей задачей было обеспечить автоматическое поддержание устойчивого газодинамического режима в каскадах при изменениях в расходе питания и отбора гексафторида урана. Важную работу под руководством акад. С.Л. Соболева провели высококвалифицированные специалисты из группы проф. И.Н. Вознесенского: М.М. Добулевич, Я.А. Смородинский, Н.А. Колокольцев, А.Ф. Лесохин, Б.В. Жигаловский, А.Г. Плоткина и др. Как уже указывалось выше, оригинальная конструкция автоматических регуляторов была успешно разработана и испытана в ОКБ ЛКЗ. (В.Я. Черный, И.Н. Минко, П.З. Черепанов, Х.А. Мурунсон, Н.М. Синев, Э.-С.А. Аркин, А.А. Белимов, Ю.Е. Перцовский, И.Б. Старобин, Г.С. Минин, В.А. Щеголев, В.Г. Фирсов)(рис. 4 и 5).

Большую роль на ударной стройке выполняли постоянно прикомандированные из Ленинграда сотрудники (до 50 чел.) Проектного института, оперативно отзывающиеся на все требования строителей и монтажников и обеспечивающие на месте корректировку и выдачу проектной документации (руководитель М.И. Чухраев).

В 1946 году постановлением Совета Министров СССР образована дирекция строящегося завода Д-1. Директором назначен энергичный молодой инженер-электрик А.И. Чуринов (39 лет), до этого

работавший главным инженером Уральской энергетической системы (Уралэнерго), главным инженером — М.П. Родионов (42 года), руководивший в годы Великой Отечественной войны теплосиловой энергетикой Уралмаша; уполномоченным Совета Министров СССР по режиму — энергичный полковник МВД Г.Л. Булкин. Началось комплектование аппарата дирекции и кадров будущего завода. Потребовалось специальное постановление Правительства и указание ЦК КПСС, обязавших несколько партийных организаций, в том числе Свердловскую, Куйбышевскую, Ярославскую, Московскую и Ленинградскую, совместно с представителями ПГУ отобрать высококвалифицированных, политически выдержанных специалистов: инженеров, мастеров, рабочих, и прежде всего, проявивших себя в годы Великой Отечественной войны коммунистов, для направления их на работу на объект.

В это время параллельно с работами на заводской стройплощадке развернулось строительство жилого поселка. Прорубались лесные просеки, вырастали улицы и кварталы жилых домов, барачных, казарм. В условиях необжитой лесной, горной, необустроенной местности, где собрались и должны были жить и трудиться несколько десятков тысяч человек, трудности были велики, особенно в первые два-три года. Обширная территория строгорежимного объекта была огорожена и закрыта для посторонних. Въехать или войти в нее можно было только по пропуску. Ежедневно по вечерам взрывами каменной горы на территории поселка добывалась щебенка и гравий для стройки.

Сложно решались вопросы продовольственного обеспечения и медицинского обслуживания. Например, хлеб нужно было доставлять по бездорожью за 30 км. Мощеных дорог и мостовых не было, непролазная грязь или облака пыли. Питьевая вода долгое время подавалась из Демидовского пруда без необходимой санитарно-гигиенической очистки. Поликлиника размещалась в казарме. Больница отсутствовала. Когда в 1948 году начался монтаж машин и в поселке скопилось много людей, то оказалось, что в двух построенных средних школах одновременно нужно открыть 38 первых классов и только один неполный десятый. Такова была демография строящегося города.

На большой, огороженной заборами и колючей проволокой территории будущего города-завода был установлен особый режим. Парторганизацию завода возглавлял политотдел во главе с назначенным ЦК КПСС начальником И.И. Теселкиным (бывшим работником Уралмаша), его заместителем был В.И. Корсаков, а помощником по комсомолу — В.М. Кирсанов. Парторганизация стройки возглавлялась политотделом (начальник ПО А.В. Василь-

ев). В Свердловском обкоме КПСС только его первый секретарь (В.И. Недосекин) имел доступ на объект. Органов советской власти (Советов депутатов трудящихся) не было. Административная власть была сосредоточена в руках директора строящегося завода. Охрана и порядок в поселке поддерживались режимными органами и подразделениями внутренних войск МВД. Нарушения уголовного порядка рассматривались трибуналом. До 1950 года единственным культурным центром поселка был клуб, размещенный в бывшем паровозном депо, а также вновь построенный кинотеатр и небольшая библиотека.

Поставка многочисленного специального и прочего комплектующего оборудования и приборов для стройки специальными постановлениями Правительства возлагалась на предприятия различных ведомств страны. Следует отметить, что почти все промышленные министерства в том или ином виде участвовали в поставках своей продукции на ударную стройку. Коллективы привлеченных организаций рассматривали это поручение Партии и Правительства как особо важное задание и выполняли его с чувством высокой ответственности, не жалея ни сил, ни времени, работая зачастую без выходных дней.

Выполнение этих работ в установленные сжатые сроки находилось под строгим контролем ПГУ и Спецкомитета Совета Министров СССР, возглавлявшегося Л. Берия. В случаях, когда для решения вопроса требовалось постановление Правительства, оно выносилось для рассмотрения Спецкомитетом и выпускалось за подписью Председателя Совета Министров СССР (обычно факсимиле подписи И.В. Сталина) буквально через несколько дней. Никаких согласований, если ясно, что это надо для стройки, для производства или для разработки новой атомной техники.

Изготовление и поставка основного технологического оборудования для завода Д-1 в основном были возложены на ГМЗ (директор А.С. Елян, главный инженер В.Д. Максименко, главный технолог А.А. Гордеев), но изготовление диффузионных машин среднего обогащения ОК-8 по рабочим чертежам ОКБ ГМЗ поручено ЛКЗ (директор А.Л. Кизима, главный инженер А.И. Захарьин, начальник производства В.Г. Фирсов), поскольку их собственная конструкция была отвергнута как недоработанная. К машинам ОК-8 электродвигатели (они однотипны с ОК-7 и ОК-9) должен был поставлять ГМЗ; он же комплектует поставки машин запорными вакуумными клапанами и трубопроводами. Зато ЛКЗ для всех каскадов Д-1 поставлял разработанные его конструкторами автоматические регуляторы расхода и давления газа (на подачу питания, отбор и отвал гексафторида урана).

На обоих заводах — на ГМЗ и ЛКЗ в чрезвычайно короткие сроки потребовалось выполнить большой объем работ по организации производства нового специфического машиностроения, построить заново или реконструировать многие цеха.

В частности, необходимо было построить крупные цехи гальванических покрытий всех внутренних полостей машин, контактирующих с гексафторидом урана, этих поверхностей — многие гектары, а самих деталей — многие тысячи. Технологический процесс требовал: после промывки и тщательного обезжиривания в специальных ваннах провести омеднение, затем очень плотное и равномерное гальваническое никелирование; после этого все никелированные поверхности подвергались тщательной ручной шлифовке (мягкими шлифовальными кругами с пастой ГОИ), обеспечив чистоту поверхностей не менее 11-го класса. В результате шлифовки все внутренние поверхности машины, а также внутренние стенки трубопроводов и многочисленных патрубков превращались в блестящие металлические "кривые" зеркала. Это была адская, трудоемкая, грязная, монотонная, ручная работа. Она выполнялась на заводах десятками рабочих-шлифовальщиков круглосуточно. После шлифовки все изделия промывались и тщательно обезжиривались спиртом и ацетоном. Все это в целях максимального уменьшения коррозии гексафторида урана. Как показали исследования, никель менее других металлов подвержен химическому воздействию со фтором. Шлифовка позволяла резко сократить взаимодействующую со фтором поверхность.

Очень высокие, необычные для машиностроения, требования предъявлялись к чистоте и обезжириванию собираемых машин. Сборочные цехи были похожи на строгие хирургические помещения. Требовалась взаимозаменяемость всех деталей и никаких слесарных подгонок и следов пыли при сборке! Каждая деталь, узел и машина в сборе подвергались придирчивой приемке не только контролерами ОТК завода, но и строгими приемщиками специальной контрольно-приемочной инспекции (КПИ) заказчика (ПГУ), действовавшей в традициях военной приемки особо важной продукции; никаких отклонений от чертежа и технических условий на поставку без разрешения Москвы (ПГУ) не допускалось. Специальные железнодорожные эшелоны, сопровождаемые охраной, в крытых товарных вагонах, заполненных ящиками с принятым КПИ оборудованием, доставлялись еженедельно на завод Д-1.

МУКИ РОЖДЕНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ЗАВОДА Д-1. ПРЕОДОЛЕНИЕ "НА ХОДУ" ТЯЖЕЛОГО КРИЗИСА

Форсированная подготовка производства, потребовавшая провести реконструкцию нескольких крупных цехов на Горьковском машиностроительном заводе, была в основном завершена в 1947 году. Еще не были закончены заводские и приемные комиссионные испытания машин ОК-7 и ОК-8, а уже в широких масштабах шло их изготовление. В начале 1948 года эшелоны с машинами ОК-7 непрерывно начали прибывать по железной дороге на уральскую стройку; без промедления машины поступали на укомплектование их пористыми фильтрами, на сборку и монтаж, соединяя их в каскады; эти работы были возложены на заводы-поставщики. За 1948 год ГМЗ изготовил с учетом запасного резерва 3078 машин ОК-7; кроме того, изготовил и отправил на ЛКЗ 2492 электродвигателя типа ТД-2 для комплектования изготавливаемых там машин ОК-8.

Ускоренные приемные испытания ОК-7 были закончены только в июне 1948 года, а ОК-8 (на двух образцах серийного изготовления) — только в ноябре 1948 года. Еще позже, в январе 1949 года, были проведены (на группе из пяти машин серийного изготовления) приемные испытания ОК-9. Однако выпуск этих машин был уже развернут; до конца 1948 года их было изготовлено 430 единиц. Таким торопливым и ускоренным был заданный темп производства, исходящий из директивного срока, — в первой половине 1949 года завершить комплектование завода всеми тремя типами диффузионных машин-ступеней (ОК-7, ОК-8 и ОК-9) и осуществить до конца года ввод завода Д-1 в эксплуатацию.

Приемную Государственную комиссию возглавлял директор ЦИАМ* проф. В.И. Поликовский, известный специалист по авиакompрессорам. Однако проведенные им ускоренные испытания машин ОК-7, ОК-8 и ОК-9 были недостаточно полными, особенно для оценки ресурсонадежности компрессоров и коррозионных потерь. Тем не менее, рекомендации на запуск машин в серийное производство комиссия поспешно выдала.

Первая очередь каскадов, состоящих из концевых машин ОК-7, была смонтирована к маю 1948 года и находилась в пусковой готовности. 22 мая 1948 года, на основании доклада ПГУ и научного руководителя, было принято постановление Совета Министров СССР, разрешающее предъявить первую очередь за-

* *Центральный институт авиационного моторостроения.*

вода Д-1 к пуску. Одновременно постановлением Правительства были назначены руководители завода и его основных подразделений. Этим постановлением в целях организационно-административного укрепления завода А.И. Чуринов был перемещен на должность главного инженера. Директором назначен А.Л. Кизима, 35-летний энергичный организатор машиностроительного производства. Он хорошо проявил себя в годы Великой Отечественной войны в качестве главного инженера Уралмаша, а после войны — как директор восстанавливаемого после блокады Ленинграда Кировского завода. На ответственную роль начальника производства завода Д-1 был перемещен бывший главный инженер М.П. Родионов, а начальником технического отдела завода утвержден главный конструктор ОКБ ЛКЗ Н.М. Синев, видимо, с учетом использования его многостороннего инженерного и конструкторского опыта и знания конструктивных особенностей, применяемых на заводе Д-1 машин. Через год, приказом М.Г. Первухина Н.М. Синев был назначен по совместительству заместителем главного инженера завода. Перемещение на Урал главного конструктора ОКБ ЛКЗ рассматривалось как временная мера, на период пуска и освоения первого в стране диффузионного завода.

Начальники основных цехов завода Д-1 также были назначены постановлением Совета Министров СССР, что подчеркивало особое значение их роли и ответственности в освоении эксплуатации первого в стране разделительного завода. Начальниками назначены: цеха малых машин (ОК-7) — опытный авиационный инженер Г.Г. Летемин, цеха средних машин (ОК-8) — Н.В. Алявдин, работавший начальником испытательных стендов ОКБ ЛКЗ, цеха больших машин (ОК-9) — И.И. Африкантов,** работавший в Горьком начальником опытного производства ГМЗ. Заместителем директора по научным вопросам утвержден научный руководитель проблемы И.К. Кикоин, которому была непосредственно подчинена и Центральная заводская лаборатория. Научному руководителю предложено командировать из Москвы (из Лаборатории №2) на пусковой объект на все время его пуска и освоения нормальной эксплуатации своих ближайших помощников в необходимом составе.

** В связи с усложнением при пуске первых каскадов ОК-7 по просьбе директора ГМЗ А.С. Еяна назначение И.И. Африкантова было отменено и он остался в Горьком. Начальником цеха ОК-9 назначен П.С. Микулович — опытный начальник крупного цеха Уралмашзавода. В 1951-1969 гг. И.И. Африкантов — главный конструктор ОКБ ГМЗ.

Тогда, в 1948 году, понималось, что судьба диффузионной технологии будет решаться здесь — на Урале. На этот год штатное расписание завода определено в 600 чел. Через два года численность персонала будет доведена до 3500 чел. В 1947 году руководящий инженерно-технический персонал завода Д-1 интенсивно проходил учебу в Лаборатории №2, в 1948 году эта учеба организована И.К. Кикоиным здесь, на месте. Лекторами выступали ученые И.К. Кикоин, С.Л. Соболев, Н.А. Колокольцов, Я.А. Смородинский, А.Г. Плоткина и др. В первой половине 1948 года на заводе были созданы все основные структурные подразделения.

По техническим службам коснулось только Технического отдела завода, Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) и Управления производства (Управление №27). В структуре технического отдела завода за короткое время были организованы и скомплектованы основные технические службы. Следует отметить особо ответственную роль группы пуска наладки вновь смонтированного или отремонтированного основного оборудования, которую возглавлял заместитель начальника этого отдела В.Д. Пушкин, опытный инженер-механик, прибывший из Ярославля. Важную роль в период пуска завода выполняла группа расчетов пусковых и переходных режимов вновь вводимых в эксплуатацию каскадов, которую возглавлял молодой ученый Б.В. Жигаловский, переведенный из Лаборатории №2*.

Большое значение по оснащению испытательными стендами и механической оснасткой эксплуатационных служб имела работа организованного в техническом отделе большого конструкторского бюро (руководитель В.Д. Лурье), а также работа группы наладки и обслуживания контрольно-измерительной аппаратуры (руководитель М.Л. Райхман, переведенный из Лаборатории №2); предполагалось, что в непрерывной эксплуатации на заводе будет находиться свыше 20 тыс. приборов. Вопросы технического обеспечения нормальной эксплуатации разветвленных вакуумных систем, контроля вакуумной плотности, наладка теплоотводящих насосных и вентиляционных установок, разработка ремонтного оборудования и оснастки, различных технических нормативов нового промышленного предприятия и другие — все это техническому отделу требовалось решать безотлагательно. Вакуумную службу в техническом отделе возглавлял В.И. Чувахин. Он первый осваивал применение отечественной новинки — гелиевых течеискателей вместо мыльных пузырей.

* В последующие годы Б.В. Жигаловский — д-р техн. наук, многие годы работал заместителем главного инженера завода по научной работе, заслуженный деятель науки и техники РСФСР.

Большая роль в освоении и управлении процессами технологии на разделительном заводе принадлежит Центральной заводской лаборатории, организованной в конце 1946 года. В 1947-1949 годах ее возглавлял канд. физ.-мат. наук П.А. Халилеев, а с 1949 по 1953 год — чл.-корр. АН СССР И.К. Кикоин. Лаборатория состояла из опытных специалистов, переведенных из разных институтов и заводов страны: в основном из молодых специалистов — выпускников ВУЗов и техникумов. ЦЗЛ с большим напряжением выполняла многочисленные аналитические работы, в том числе по тонкому изотопному анализу, не располагавшему в тот период надежной и точной аппаратурой: она играла незаменимую роль в оперативном обеспечении требований пусконаладочного периода, особенно по контролю изотопного состава газа для оценки фактически получаемого в каскадах разделительного эффекта (руководитель И.С. Израилевич, Н.А. Шевцов). Кроме того, в лаборатории были начаты исследовательские работы по различным направлениям; теоретические и расчетные работы по разделению изотопных смесей на каскадах диффузионных машин, исследования работы фильтров, подшипников и смазок, коррозионных потерь в машинах и на материалах, процессов КИУ (конденсации и испарения гексафторида урана), химико-аналитические, физико-химические (пассивация оборудования), химико-технологические исследования и синтез смазок. Большое значение для оптимального проектирования советских диффузионных заводов имели теоретические разработки и выпуск ЦЗЛ в 1951 году (до появления аналогичной работы К. Козна в США) "Руководства по расчету схем диффузионных заводов" (авторы; Б.В. Жигаловский, Н.А. Колокольцов, Я.А. Смородинский, М.А. Ханин; под ред. И.К. Кикоина).

В Управление №27 входило 12 подразделений. Наибольшее значение имело экспериментально-наладочное бюро производственно-технического отдела, которое возглавили переведенный из технического отдела завода молодой инициативный инженер А.И. Савчук, будущий директор предприятия. В производственно-технический отдел входило также техническое бюро; его руководителем стал П.П. Харитонов — будущий главный инженер предприятия. Он был переведен из группы пусконаладки технического отдела завода. Большую работу выполняли также группа технологического режима (руководитель Б.С. Пужаев, будущий заместитель главного инженера главного управления ПГУ), группа анализа работы основного технологического оборудования (руководитель Д.М. Левин), главный диспетчерский пульт (руководитель — опытный инженер С.А. Калитин, в дальнейшем один из руководите-

лей технического отдела управления Министерства, заместитель Г.И. Иванов). В условиях все еще высокой аварийности и ненадежности оборудования важное значение имела работа организованной в октябре 1949 года аварийно-инспекторской группы (начальник А.С. Марциоха — опытный, мудрый механик, переведенный из лаборатории И.К. Кикоина, его заместитель Б.П. Масленников). При управлении №27 для лучшей комплексности были организованы подчиненные ему службы главного энергетика (А.И. Рыбинцев), главного механика (В.Н. Осипов), главного прибориста, ЦИЛ (центральная измерительная лаборатория) и др. В дальнейшем эти службы выведены из подчинения Управления №27.

Ввод в эксплуатацию первых каскадов завода Д-1 показал необычайную сложность организации работ по пуску и эксплуатации многочисленного оборудования с пока еще слабо подготовленным сменным персоналом. Кроме того, была и трудность ведения и поддержания тонкого технологического процесса в условиях недостаточной контрольно-измерительной техники и автоматизации управления. Поэтому в январе 1949 года потребовалось дополнительно организовать специальную оперативную производственно-технологическую службу, подчиненную начальнику производства завода и его сменным представителям.

В практическом освоении эксплуатации первого и последующих диффузионных заводов следует отметить большой вклад инженерного коллектива экспериментально-наладочного бюро Управления №27 (А.И. Савчук, П.П. Харитонов, Б.С. Пужаев, Е.С. Семенова, М.Е. Ерошов, А.В. Шейнина, А.И. Бегунцов и др.). Работа в наладочном бюро явилась основной школой практической подготовки кадров технологов-эксплуатационников не только для завода Д-1, но и сооружаемых в последующем Д-3, Д-4. Здесь разрабатывались технологические регламенты и инструкции по эксплуатации и обслуживанию оборудования всех цехов и подразделений завода, которые согласовывались с научным руководителем и соответствующими отделами завода.

Такая структура, тесно взаимодействующая с научным руководством, ЦЗЛ, техническим отделом завода, позволяла не только сконцентрировать, но гибко и оперативно решать возникающие вопросы. Здесь же получал навыки правильного решения вопросов весь эксплуатационный персонал завода, собранный из различных отраслей промышленности и никогда не игравший по одним нотам ни в одном столь сложном оркестре. Впервые в практике нашей промышленности приказом руководства ПГУ от 5 октября при директоре диффузионного завода был создан оперативный технический совет.

Сразу же после пусконаладочных работ на первых введенных в эксплуатацию каскадах, состоящих в основном из ОК-7, начались массовые выходы из строя машин, работающих в эксплуатационном режиме на рабочем газе (гексафториде урана), в дальнейшем это повторилось и на машинах ОК-8 и ОК-9. Причины — заедание шариковых подшипников электропривода компрессора, приводящее к его остановке или высокому износу подшипников, сопровождаемому недопустимой вибрацией компрессора и повышением температуры в зоне подшипников. (Подшипники специальные высокооборотные — 6000 об/мин.). Иногда за сутки выходило из строя до 50 компрессоров; это более чем можно было смонтировать новых машин за это время. Подшипники выходили из строя через несколько сотен часов работы, а некоторые нормально вращались только несколько десятков часов.

Диагностика состояния подшипников опор, помимо ощущения рукой или замера величины вибрации, сводилась в основном к визуальному наблюдению за температурой двух подшипников каждой машины с помощью ртутных термометров, вставляемых во временно прилепленные или привязанные снаружи к корпусам термостатные карманы. Ежедневно утром и вечером регистрировалась температура подшипников на тысячах "больных" и еще здоровых машин и фиксировалась для каждой машины на карточках занумерованных каскадов. По этим данным и результатам делались вскрытия вышедших из строя компрессоров, составлялись прогнозы и принимались решения по мерам профилактики.

Какая же это была мучительная работа, не прерывавшаяся ни днем ни ночью — замена вышедших из строя компрессоров новыми или отремонтированными машинами! Ведь все машины до аварийной их остановки были заполнены рабочим газом — химически агрессивным радиоактивным гексафторидом урана, успевшим получить некоторое изменение в своем изотопном составе. В значительной части еще несмонтированных машин удалось успеть поменять подшипники еще до их монтажа. В начале было непонятно, почему изготовленные по первому классу точности шариковые подшипники, прошедшие специальный отбор, выходят из строя. При заводских и комиссионных приемных испытаниях ведь все было в порядке. Стали искать причину в недостатках сборки, в отклонениях требований к механической обработке. Тем временем выход из строя подшипников с вводом в эксплуатацию новых и новых каскадов нарастал. "Лечение" машин было очень трудным. Из-за одного вышедшего из строя компрессора приходилось останавливать и отключать от каскада целый байпасируемый по газу блок (12 машин), откачивать из него рабочий газ, снимать с места



И.Н. Вознесенский



В.А. Малышев



М.П. Родионов



А.И. Гутов



А.Д. Зверев



А.М. Петросьянц



А.И. Чурин



Н.М. Синев



И.И. Африкантов



П.А. Тиссен



И.Д. Морохов



Встреча соратников через 30 лет после начала пуска
диффузионного завода Д-1 (в день 70-летия И.К. Кикоина).
Слева направо: Ю.М. Каган, Н.М. Синев, Я.А. Смородинский,
Л.В. Симоненко, С.Л. Соболев, А.Г. Плоткина, И.К. Кикоин,
Л.В. Шерстобитова, С.А. Калитин, М.Л. Райхман, М.В. Якутович



1978 год. Справа налево: И.К. Кикоин, Н.М. Синев и А.И. Савин



Председатель и два члена Приемной комиссии: проф. С.К. Сидоров,
акад. М.Д. Миллионщиков и д-р физ.-мат. наук Х.А. Муринсон



На встрече спустя 20 лет с проф. М.Штеенбеком (март 1974 г., г.Обнинск).
Справа налево: чл.-кор. (ныне акад.) АН СССР В.И. Субботин, проф. М.Штеенбек

и транспортировать в цех ревизии "больную" машину, при этом обнажать весьма чувствительные к влаге и коррозии пакеты пористых пластин, установленных в баке-делителе. Вместо изъятых машин монтировать новые или уже отремонтированные машины, повторяя весь цикл снова и снова (откачка, проверка на вакуумную плотность, наполнение газом и т.п.). И опять без уверенности, что замененная машина долго проработает. Эта трудоемкая изнурительная работа полностью дезорганизовала пуск завода Д-1 и была настоящим бедствием, вызывавшим у некоторых руководителей неверие вообще в успех промышленного освоения диффузионного метода.

Почти весь 1949 год на Уральской стройке, сменяя друг друга, неделями и месяцами должны были находиться руководители ГМЗ — завода-поставщика машин: директор, главный инженер, главный технолог, а также руководители КБ — виновники допущенных ошибок, а с ними опытные технологи и мастера-сборщики, а также квалифицированные рабочие, несколько сотен человек! Завод-поставщик машин был обязан в экстремальных условиях исправлять свои ошибки и устранять брак в поставленной продукции. Напряженность на пусковом объекте нарастала...

По решению Спецкомитета весной 1949 года на пусковую стройку прибыл первый заместитель начальника ПГУ, заместитель Председателя Совета Министров СССР М.Г. Первухин. Он находился на стройке безвыездно три месяца, ежедневно разбирался в обстановке на объекте и принимал оперативные решения по многим вопросам строительства, монтажа и пусковых работ. Так, он потребовал выровнять груды земли на обширных площадях заводской территории, обложить землю дерном, посадить деревья и кустарники. В общем, заставил безотлагательно навести чистоту и порядок, вместо привычной на стройке беспролазной грязи и пыли. Почти каждый вечер он собирал руководящий состав пускового завода и рассматривал сообщение начальника технического отдела завода Н.М. Синева о состоянии оборудования, вводимого в эксплуатацию, и особенно о состоянии дел с подшипниками и дезорганизующими производство выходами из строя компрессоров.

К концу пребывания М.Г. Первухина на основе обширного анализа состояния оборудования и экспериментальных работ была установлена истинная причина заклинивания подшипников или их ненормальных износов — чрезмерная их точность и недостаточность размера радиального люфта, что вместе с неправильным выбором посадок подшипников в корпусе электропривода и на валу двигателя приводило к их заклиниванию. Выбранные люфты и посадки не учитывали реальное термическое расширение деталей в

подшипниковой паре, происходившее в условиях плохого теплоотвода в вакуумной среде. Было принято решение на всех (более 5500) машинах заменить подшипники и откорректировать посадки. После такой замены подшипники не стали выходить из строя.

Однако возникла вторая беда, еще более тяжкая — обнаружен недопустимо высокий уровень коррозии (разложения) рабочего газа (гексафторида урана) в машинах. Это приводило к тому, что поток высокообогащенного газа конечных каскадов практически не достигал, так как гексафторид урана разлагался и значительная часть его потока превращалась в порошок (тетрафторид урана) и осаждалась на внутренних стенках машин. К выяснению истинных причин высокой коррозии и потерь газообразного гексафторида урана, превращающегося в твердый порошок тетрафторида, были привлечены видные советские ученые-химики и физики-химики, в том числе акад. А.Н. Фрумкин, акад. А.П. Виноградов, профессора — И.В. Танаев, С.В. Карпачев, В.А. Каржавин и др., а также немецкие физики-химики, работавшие в Сухуми. Напряженно работая, они пробыли на заводе более месяца.

Было установлено и подтверждено путем разборки многих машин и тщательного сбора осажденных на поверхностях продуктов и их точного взвешивания, что главным виновником недопустимо высокого уровня коррозии газа являются низковольтные электродвигатели компрессоров типа ДТ (двигатель-трансформатор), разработанные в ОКБ ГМЗ и установленные на всех ОК-7 и ОК-8. Помимо химически незащищенной большой поверхности шихтованных тонких железных листов, статора и ротора, роторы имеют при работе двигателей повышенную температуру, что форсирует коррозионные процессы. При разборке статоров и шихтованных роторов электродвигателей извлекалось до 700 г порошка зеленого тетрафторида урана.

Было решено на всех ОК-7 и ОК-8, т.е. на уже работающих в каскаде 5 тыс. компрессорах, заменить электродвигатели ДТ на "выносные", типа уже примененных на ОК-9. Они имели керамическую перегородку, выполненную из прессованной резольной смолы, покрытой олифой*. Эта перегородка герметично отделяет статорный объем электродвигателя от ротора. Кроме того, ученые (П.А. Тиссен и В.А. Каржавин) предложили проводить общую пассивацию внутренних поверхностей машин всех каскадов вместе с трубопроводами с помощью нагретой фторо-воздушной смеси.

* Предложение акад. А.П. Александрова.

В форсировании процессов коррозии особенно сильным средством является влажный воздух, попадающий (засасываемый) из атмосферы в вакуумный объем машин и коммуникаций. Он проникает в машины при недостаточной герметичности огромного числа (на заводе их десятки тысяч) фланцевых разъемов, уплотняемых специальными вакуумными прокладками.

Если в процессе эксплуатации для ремонта аварийных машин надо останавливать и вскрывать блоки или каскады, то избавиться от напуска влажного воздуха практически было невозможно. Отсюда непредусмотренное проектом завода решение — переоборудовать все помещения каскадов, заключив их в воздухонепроницаемые каньоны, выполненные путем сварки из листовой стали, вместо обычных дверей установить шлюзовые запоры. В каньонах должен находиться только сухой (до 1% влажности) воздух. Следовательно, необходимо иметь специальный цех по получению сухого воздуха. Спустя менее года такой цех был введен в эксплуатацию на заводе Д-1. Его производительность 40 тыс. м³ сухого воздуха в час. Это огромный объем часовой подачи кондиционированного воздуха. Он равен объему помещения 200х20х10 м. Осушку воздуха осуществляли в силикогелевых фильтрах с помощью компрессоров. Разводка сухого воздуха по каньонам и его рециркуляции потребовали проложить протяженные громоздкие герметичные воздухопроводы большого сечения, с байпасами и отсечными клапанами. Строители и монтажники работали круглосуточно.

К этим тревожным факторам добавлялись сомнения в достаточной герметичности многочисленных тонкостенных труб разъемных газовых коммуникаций, имевших приварные фланцы. Общая протяженность их на заводе Д-1 несколько километров.

Следует отметить, что американцы, создавая свой первый диффузионный завод, как пишет Г. Смит в книге-отчете, были тоже очень уверены относительно допустимой величины коррозионных потерь рабочего газа и обеспечения герметичности протяженных газопроводных коммуникаций. Первоначально они предполагали все трубопроводы выполнять сваркой (без фланцевых соединений) и изготавливать их из чистого никеля. Горьковчане в 1947 году серьезно обсуждали с научным руководителем вопрос, не применять ли вместо горячекатаных труб сверленные (или расточенные) трубы из поковок, используя технологию артиллерийского производства. Экспериментальная проверка прокатных труб и освоение технологии надежной сварки позволили принять решение о применимости цельнокатаных стальных труб, с внутренним гальваническим никелевым покрытием готовых труб, патрубков переходников. Но и эти меры оказались недостаточ-

ными. Завод работал, а положенной ему продукции не выдавал.

По результатам анализов отборов конечного продукта уже к середине 1948 года было установлено, что при существующем комплектовании каскадов машинами ОК-7, ОК-8 и ОК-9 требуемого обогащения урана (90%-ного ^{235}U) достичь нельзя — не хватает разделительного потенциала. Необходимо достроить технологическую схему, дополнительно установив около 1000 разделительных ступеней, непредусмотренных проектом Д-1.

В этой обстановке в августе 1948 года начальник технического отдела завода Н.М. Синева предложил ПГУ установить на высокообогащенном участке завода Д-1 новую, самую малую по производительности (6-8 г/с вместо 30 г/с у ОК-7) конечную мини-ступень, имеющую минимальный объем газового заполнения и предельно малые поверхности, контактирующие с газом. Им предложена эскизная компоновка конструкции такой ступени с высокооборотным (12 тыс. об/мин) компрессором, вращаемым электродвигателем с вынесенным статором, герметично отделенным от роторного объема тонкой (0,15 мм) гофрированной нихромовой перегородкой. Коррозионные потери высокообогащенного газа в такой машине будут весьма малы, а коэффициент обогащения урана достаточно высок при применении плоских фильтров на сниженном на их входе давлении газа (примерно 14 мм рт. ст.) и повышенной (до 4,4) степени его сжатия в компрессоре.

Предложенная конструкция конечной диффузионной машины (мини-ступени) ее автором 17 августа 1948 года была лично доложена начальнику ПГУ Б.Л. Ванникову, его заместителю В.С. Емельянову и председателю секции НТС В.А. Малышеву и одобрена ими. Секция №2 НТС 14 сентября 1948 года единодушно подтвердила это решение. Было рекомендовано реализовать это предложение в кратчайшие сроки.

Постановлением Совета Министров СССР от 15 января 1949 года отмечено, что, по данным, представленным научным руководителем И.К. Кикоиным, на заводе Д-1 выявились не предусмотренные значительные потери рабочего газа UF_6 , снижающие проектную производительность завода на 35-50%. В целях снижения потерь конечного продукта, обеспечения проектной производительности и пуска завода Совет Министров СССР разрешил заменить 896 машин ОК-7 на 1696 машин ОК-6 с пониженным по сравнению с машинами ОК-7 потерями, смонтировать и сдать их в эксплуатацию к 15 мая 1949 года. Этот срок был выполнен.

По настоятельной просьбе директора ГМЗ А.С. Ельяна разработку технорабочего проекта машины, получившей индекс ОК-6, руководство ПГУ решило передать горьковчанам, учитывая боль-

шие освободившиеся мощности завода. Это поручение рассматривалось как особый аварийный заказ. Действительно, через месяц рабочие чертежи машины ОК-6 в ОКБ ГМЗ были готовы, а через два месяца была изготовлена первая партия мини-ступеней ОК-6, смонтированных по пять единиц на единой раме. Испытания ОК-6 полностью подтвердили все требуемые параметры, в том числе ничтожно малые коррозионные потери UF_6 . После тщательных испытаний опытной группы через четыре месяца был изготовлен и поставлен на Урал весь заказ (рис. 6).

В июне смонтированные каскады с машинами ОК-6 были включены в технологическую цепочку и позволили в середине года осуществить двухцикловой режим работы завода, получив первый продукт 75%-ного обогащения. Всего потребовалось изготовить около 1600 машин ОК-6. Новая технологическая схема завода Д-1, по расчетам, после замены всех электродвигателей на ОК-7 и ОК-8 может гарантировано обеспечивать проектную производственную мощность (100 г/сут 90%-ного урана), рис. 7.

Теперь завод Д-1 будет содержать в 56 каскадах не 6260, а 7040 ступеней; из них: 1520 ступеней, состоящих из машин ОК-8, 1344 ступеней — из машин ОК-9. Для размещения машин ОК-6 пришлось демонтировать четыре каскада машин ОК-7, сократив на заводе на 780 единиц число машин ОК-7. Для под-

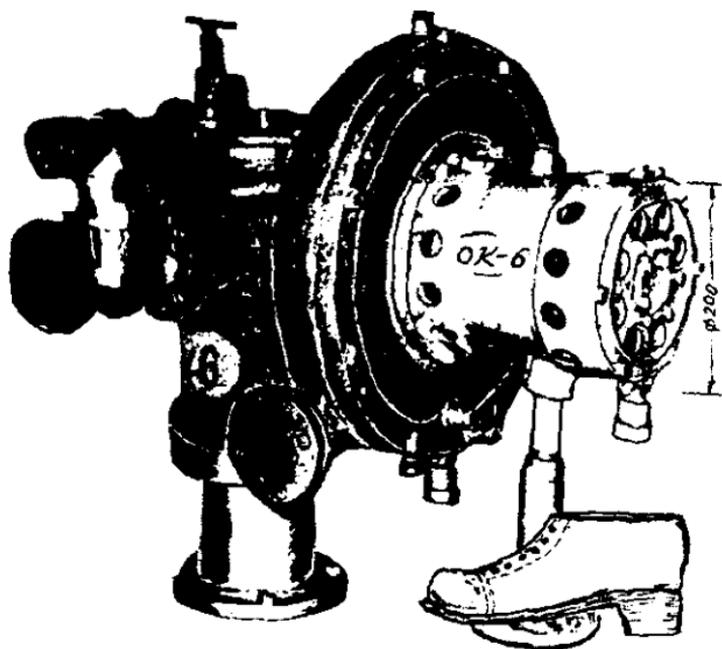


Рис. 6 Мини-машина ОК-6 — самая маленькая по разделительной мощности диффузионная ступень завода Д-1

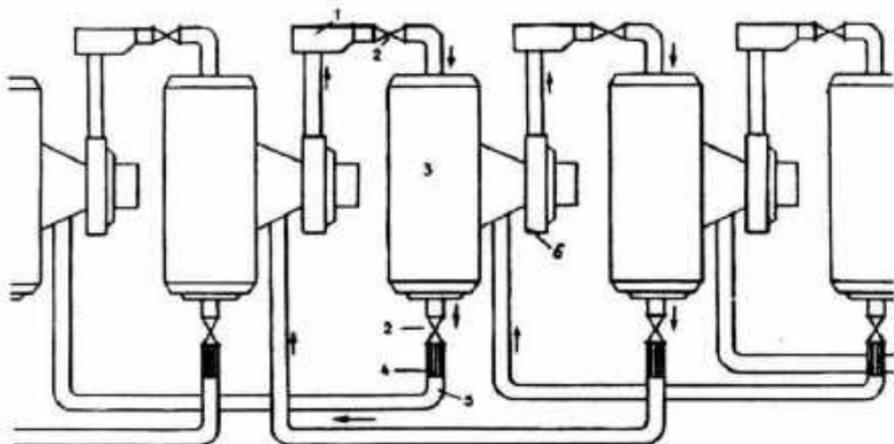


Рис. 7. Схема соединения в каскад однокомпрессорных машин малой мощности с щелевым дросселем расхода газа по тяжелой фракции: 1 — холодильник; 2 — клапан; 3 — бак делителя с пористым фильтром; 4 — автоматически регулируемый дроссель; 5 — тяжелая фракция; 6 — компрессор

держания низкой (до 10°C) температуры охлаждающей воды на заводе была срочно сооружена холодильная аммиачная установка, однако и при этом все еще были велики коррозионные потери на машинах ОК; они были в 2,5-3 раза выше проектного значения. Было ясно, что расчетную мощность завода Д-1 можно получить только после замены электродвигателей на всех компрессорах машин ОК. Это — гигантская работа.

Она пала на плечи поставщика — на Горьковский машиностроительный завод и на еще малоопытный персонал эксплуатационников уникального завода. Переоборудование было завершено только через год. Подобно сказочному "мальчику с пальчик", по сказке Шарля Перро, не предусмотренной в проектных расчетах, нежданно-негаданной, степени-малютке ОК-6 (весь ее габаритный объем можно накрыть пиджаком) пришлось сыграть исключительную роль в положительном разрешении сложной драматической ситуации, сложившейся на заводе в 1948-1949 годах.

В ноябре 1949 года, вынужденно применив неэкономичный "двухцикловый" режим работы завода*, т.е. пропуская повторно через концевые каскады обогащенный газ, удалось получить небольшой (далеко от проектного значения) отбор высокообога-

* Предложенный Б.В. Жигаловским, Н.А. Колокольцевым и М.А. Ханиным и одобренный акад. С.Л. Соболевым. В первом цикле получалось обогащение 37-50%, во втором цикле достигалось дообогащение до 75%.

ценного урана; обогащением не выше 75%, а требовалось 90%.

Как быть? Было решено с завода Д-1 брать пока некондиционный по обогащению уран и доводить его до обогащения 90% на уже действующей тогда на Урале промышленной установке электромагнитного обогащения, разработанной под руководством чл.-кор. АН СССР Л.А. Арцимовича.

Для оценки состояния завода и принятия срочных мер по его вводу в нормальную эксплуатацию в конце сентября 1949 года на находившийся в агонии пусковой объект прибыли специальным поездом шеф проблемы — заместитель Председателя Совета Министров СССР Л.П. Берия со своей свитой, с ним также начальник ПГУ Б.Л. Ванников со своими коллегами, А.М. Петросьянц и др.

Три классных вагона этого поезда были отцеплены и установлены на железнодорожных путях напротив здания директора завода. Началось рассмотрение... Оно проходило как на шумных совещаниях, так и методом персонального опроса-допроса. В вагон поочередно вызывались руководители стройки, представители службы эксплуатации завода, ведущие сотрудники научных и технических подразделений. Однако к этому времени обстановка на пусковом объекте в целом прояснилась. Было уже ясно, что нужно сделать. Выход из положения, в том числе и многочисленные мероприятия, предложенные специалистами, учеными, а также сверхбыстрореализованное "горячее" предложение Н.М. Синева о дополнении завода Д-1 каскадами с новой концевой мини-машиной (ОК-6) — все это позволяло смягчить или отвести угрозу расправы и получить общий вотум доверия Правительства в лице всесильного строгого шефа.

Шефом было принято правильное решение о серьезном укреплении научного руководства на объекте. Заместителем научного руководителя завода был назначен металлофизик проф. М.В. Якутович, воспитанник физической школы акад. А.Ф. Иоффе, переведенный из Свердловского отделения АН СССР; заместителем начальника ЦЗЛ — электрофизик из Свердловского университета проф. С.В. Карпачев. Из Сухумского НИИ вскоре были переведены высокоэрудированный и опытный физикохимик проф. В.А. Каржавин, физик-масс-спектрометрист В.А. Шеховцов и др. В ЦЗЛ переведены ученые из Свердловска: физик С.К. Сидоров, химики Ю.В. Карякин, Б.Н. Лундин. Находившиеся здесь в длительной командировке научные сотрудники и опытные инженеры из Лаборатории №2 были переведены на штатные должности завода (среди них М.Л. Райхман, А.С. Марциоха, Н.М. Сагалович, Н.А. Колокольцев, И.И. Калганов и др.).

Решения коснулись и укрепления администрации завода: директор А.Л. Кизима был снят с должности, как несправившийся, А.И. Чурин стал снова директором, а М.П. Родионов — главным инженером завода. Начальником производства (по эксплуатации) выдвинут прошедший трудную школу освоения машин ОК-8, бывший начальник цеха средних машин Н.В. Алявдин, через год его заменил И.Д. Морохов, впоследствии главный инженер и затем директор предприятия, а Н.В. Алявдин в 1950 году получил новое назначение на другой объект.

В 1950 год. после комплектования завода машинами ОК-6 и замены всех двигателей ТД на машинах ОК-7 и ОК-8, а также проведения пассивирующей обработки внутренних поверхностей и пористых фильтров всех машин, полного ввода в эксплуатацию холодильной станции для подачи охлаждающей воды низкой (8-10°С) температуры, цеха сухого воздуха, наконец была налажена нормальная эксплуатация завода Д-1 и выпуск конечного продукта вначале 75%-ного, а затем 90%-ного обогащения в заданном проекте количестве, без применения неэкономичного двойного цикла и без привлечения электромагнитного метода.

Большую роль в наладке и поддержании стабильного газогидравлического режима соединенных непрерывной технологической цепью 56 каскадов, составленных из 7040 машин, выполнили специальные автоматические регуляторы, разработанные ОКБ ЛКЗ, изготовленные и смонтированные Кировским заводом. Они работали безотказно.

В это время безостановочно велись разработки новых более совершенных и высокопроизводительных машин и пористых фильтров для них.

В 1950 году стало ясно: в Советском Союзе диффузионная технология обогащения урана освоена и в дальнейшем будет успешно развиваться. Теперь можно было без промедления наращивать необходимые мощности.

Следует отметить, что общая проектная разделительная мощность завода Д-1 не превышала 7500 кг ЕРР*/год, что при нормальной эксплуатации достаточно лишь для получения ежегодно не более нескольких десятков килограммов 90%-ного урана (по расчетам, на получение 1 кг такого урана требуется от 180 до 230

* *Разделительную мощность ступени принято измерять в Единицах разделительной работы", совершаемой за 1 год — ЕРР/год. Разделительная работа характеризует меру физических усилий, совершаемых при разделении изотопов урана, и зависит от концентрации изотопов в исходном сырье, обогащенном продукте и в отвале (в хвостах). ЕРР прямо пропорциональна величине отбора обогащенного продукта.*

кг ЕРР). По разделительной мощности завод Д-1 был очень маленьким, завод-пионер. К тому же он был оборудован весьма энергоемкими неэкономичными компрессорами. Общая установленная электрическая мощность у него составляет около 50 МВт, а потребляемая ежегодно при нормальной работе электроэнергия - 380 млн. кВт·ч, что почти в два раза превышало удельное электропотребление на 1 ЕРР, достигнутое на более современных диффузионных заводах. Аналогичное положение сложилось и по металлоемкости. Однако завод Д-1 был первым на пути большого промышленного развития диффузионной технологии в СССР.

Специфические производственные и технические сложности и особенности всего комплекса диффузионной технологии оказались столь велики и неприступны, что этой технологией в мире могли овладеть после США только три индустриально развитые страны: СССР в 1949 году (завод Д-1), Великобритания в 1956 году (завод в Кейпенхерсте) и Франция в 1967 году (завод в Пьерлате).

Вслед за заводом Д-1 в последующие годы уверенно вошли в строй заводы Д-3, Д-4, Д-5 и другие. Завод Д-1 проработал до конца 1955 года и был демонтирован как экономически нерентабельное и маломощное предприятие.

Правительство СССР высоко оценило талант и доблестный и самоотверженный труд ученых, конструкторов, технологов, производственников, строителей и эксплуатационников в создании первого в стране диффузионного завода Д-1. За создание диффузионных машин и специального комплектного оборудования, а также за организацию его серийного производства и своевременную поставку в 1951 году были присуждены Государственные премии СССР (в то время они назывались Сталинские):

- по Горьковскому машиностроительному заводу - А.С. Еяну (директору и начальнику ОКБ завода), В.Д. Максименко (главному инженеру), А.И. Савину (главному конструктору ОКБ), А.Е. Соколову (заместителю главного конструктора), К.Б. Бородкину (заместителю главного конструктора по опытным работам), Е.Н. Черномордику (заместителю главного конструктора ОКБ), А.С. Калинику (конструктору электропривода), А.В. Фильштейну (начальнику производства), а также первому заместителю министра вооружений В.М. Рябикову;
- по Ленинградскому Кировскому заводу: Н.М. Синеву (главному конструктору ОКБ), Э.-С.А. Аркину (заместителю главного конструктора), А.И. Захарьину (главному инженеру), В.Я. Черному (заместителю главного конструктора), Х.А. Муринсону (заместителю начальника расчетного бюро ОКБ), Н.А. Сорокину (заместителю главного конст-

руктора), В.П. Осташову (начальнику расчетного бюро ОКБ), а также министру транспортного машиностроения СССР В.М. Малышеву.

Государственные премии присуждены проектировщикам: А.И. Гутову (директору ГСПИ-11), В.В. Смирнову (главному инженеру ГСПИ), В.Ф. Чекалову, М.М. Взорову, Г.Г. Водопьянову, Д.Н. Крупоткину, И.С. Бройдо, С.С. Майзелю и М.И. Чухраеву.

По заводу Д-1 Государственная премия СССР присуждена: А.И. Чурину, М.П. Родионову, С.В. Карпачеву, М.В. Якутовичу, И.Д. Морохову, Ю.В. Карякину, П.С. Микуловичу, А.С. Марциохе, Н.В. Алявдину, Г.Г. Летемину, М.Е. Ерошову, М.Л. Райхману, Б.В. Жигаловскому, В.Д. Пушкину, В.А. Каржавину, Б.Ф. Алейникову.

За большую организаторскую работу в создании оборудования, проектирования, сооружения и пуска завода Д-1 Государственная премия СССР была присуждена руководителям Управления ПГУ А.М. Петросьянцу, А.Д. Звереву и Р.А. Согомоняну.

Высоко оценен также труд ученых Лаборатории №2 АН СССР. Государственных премий СССР за 1951 год. удостоены: И.К. Кикоин, С.Л. Соболев, М.Д. Миллионщиков, Я.А. Смородинский, Н.А. Колокольцов, Д.Л. Симоненко, В.С. Обухов, К.В. Глинский, Д.И. Воскобойник, В.Х. Волков, Е.М. Каменев и Е.М. Войнов. За особые заслуги по научному руководству диффузионной проблемой И.К. Кикоину и С.Л. Соболеву было присвоено звание Героя Социалистического Труда СССР.

Государственные премии СССР также были присуждены строителям, монтажникам и некоторым предприятиям-поставщикам. Одновременно большая группа руководящего и инженерного состава, а также работников завода Д-1, предприятий-поставщиков специальных материалов и оборудования, строителей, монтажников была награждена орденами и медалями СССР.

За успешное освоение в эксплуатации первого в стране диффузионного завода: 11 эксплуатационников Д-1 получили орден Ленина, среди них слесари: В.Ш. Ахмадеев, И.Б. Бамбуров, П.Л. Лисицин; аппаратчики А.Е. Groшев, И.И. Куликов. Среди эксплуатационников, награжденных орденом Трудового Красного Знамени: И.Н. Бортников, Д.Л. Горницкий, А.М. Иванов, В.Ф. Новокшенов, И.С. Парахнюк, А.А. Привалов, А.И. Савчук, С.Г. Тиханов, Е.А. Унгвицкий, П.П. Харитонов, И.И. Теселкин и др.

Среди большой группы награжденных орденом "Знак Почета": Н.П. Арефьев, П.П. Булычев, Г.В. Гуменюк, И.С. Израилевич, В.Д. Зинченко, М.Ф. Карпушев, Н.А. Кирилин, В.И. Корсаков, В.Д. Лурье, Ю.В. Тихомолов, В.А. Черепанов и др. Отмеченный

правительственными наградами большой отряд эксплуатационников, впервые освоивший новую в стране сложную технологию, явился опорным костяком новых и новых коллективов быстро растущей советской атомной промышленности, производящий обогащенный уран.

ТВОРЧЕСКОЕ СОРЕВОВАНИЕ КОНСТРУКТОРОВ ДВУХ КРУПНЕЙШИХ ЗАВОДОВ

С первых шагов разработки диффузионного метода было признано целесообразным не иметь монополии в конструировании машин. С этой целью организовано творческое соревнование конструкторов-разработчиков вновь организованных ОКБ двух крупнейших машиностроительных заводов. В первые шесть лет своей деятельности (1946-1951) ОКБ ЛКЗ и ОКБ ГМЗ получали от научного руководителя и ПГУ одинаковые технические задания на разработку конструкции машин, которая обязательно должна завершиться изготовлением двух-трех опытных образцов и их испытаниями. Работа выполнялась параллельно на конкурсной основе. Творческая состязательность проявилась не только в выборе и создании конструкции, но и в ее оптимальном технологическом решении — меньшая материалоемкость и трудоемкость выполнения с учетом быстреей постановки на крупносерийное производство. Соревновались не только конструкторы, но и технологи, а в целом — заводы поставщики машин.

Технологический опыт и культура производства на соревнующихся заводах были различны. Старейший в стране Ленинградский (бывший Путиловский, ныне Кировский) завод имел большой универсальный опыт машиностроения. Он выпускал паровозы, судовые турбины, пушки, тяжелые танки, тракторы и многое другое. Горьковский машиностроительный завод — новый, рожденный в годы предвоенных пятилеток. В годы Великой Отечественной войны он являлся важнейшим арсеналом производства артиллерийского оружия для Советской Армии. Оба завода имели хорошо развитую собственную металлургическую, заготовительную и инструментальную базу: сталеплавильные, кузнечно-прессовые, сортопрокатные, литейные, термические цеха, а также крупные инструментальные отделы, механические, холодноштамповочные и сборочные цеха. Оба завода могли самостоятельно, достаточно квалифицированно разрабатывать и изготавливать сложную оснастку и инструмент для горячей и холодной обработки металла.

Правда, Кировский завод во время 900-дневной блокады Ленинграда был сильно разрушен, на его территории разорвалось свыше 4600 снарядов. Завод находился в 4 км от линии фронта. Однако послевоенное возрождение завода шло быстро, и к концу 1947 года уже были восстановлены отдельные основные цехи и начат выпуск трелевочных тракторов, столь необходимых в стране для вывоза леса с лесосек. Постепенно с Урала возвращались на завод эвакуированные во время войны рабочие и инженеры, трудившиеся на оборонных предприятиях, возвращались из армии уцелевшие кировцы-воины. Горьковский машиностроительный завод вышел из военного периода с мощным отлаженным производством, укомплектованным квалифицированными кадрами. На плечи этих двух славных заводов в знак особого доверия Правительство и возложило сложнейшую, но почетную задачу чрезвычайного оборонного значения.

Неудача и провал в 1947 году в соревновании с горьковчанами не снизили творческий накал ленинградских конструкторов-кировцев. Укрепив руководство ОКБ, его экспериментально-производственную базу (создание двух крупных лабораторий и опытно-механического цеха), КБ и технологические подразделения кадрами, ленинградцы пошли на творческий поиск и развернули широкий фронт опытных работ по созданию конструкций надежных и эффективных машин для намеченных к сооружению последующих за заводом Д-1 диффузионных заводов. Это были машины, имевшие индексы Т-45, Т-46, Т-47, Т-49*. Их весовая и разделительная производительность ступенчато возрастала. Если горьковские ОК-7, ОК-8 и ОК-9 имели соответственно прокачку газообразного гексафторида урана 30, 100 и 240 г/с при давлении газа перед фильтрами до 20 мм рт. ст., то новые ленинградские машины типа Т-45 и Т-46 проектировались с учетом применения улучшенных плоских пористых фильтров и могли поднять прокачку до 350 и 600 г/с. Последовавшие вскоре успехи в разработках и освоении технологии массового производства трубчатых фильтров позволили кировцам разработать с применением этих фильтров еще более крупные и экономичные машины Т-47 и Т-49, имеющие расход газа 1200 и 2200 г/с при давлении за компрессором 50 мм рт. ст.

Конструкторы ОКБ ЛКЗ разработали высокоэкономичную двухкомпрессорную схему диффузионных машин, названную "схемой с подкачкой" (предложение В.Я. Черного и Х.А. Муринсона). Ее применение во всех последующих конструкциях

* Цифры индексов отмечали годы после Победы в Великой Отечественной войне.

машин с большим расходом газа позволило более чем в два раза снизить удельный расход электроэнергии на сжатие и прокачку газа. По схеме с подкачкой на каждой диффузионной машине (разделительной ступени) устанавливается не один, а два компрессора — половинного и полного расходов.

Схема с подкачкой показана на рис. 8. Она заключается в следующем: пройдя через пористые фильтры и получив некоторое обогащение ^{235}U половина газового потока, называемая "легкой фракцией", почти полностью срабатывает (теряет) свой напор, созданный сжатием газа центробежным компрессором (степень сжатия около 5), в то время как другая половина потока газа, обедненная по ^{235}U ("тяжелая фракция"), свободно проскочит вдоль по кольцевому сечению пористых трубчатых фильтров и при этом лишь незначительно потеряет давление напора.

Таким образом, на каждой машине-ступени применяются два компрессора. Компрессор половинного расхода, который сожмет газ легкой фракции до давления потока газа тяжелой фракции, подаст его на вход в компрессор полного расхода, чтобы дожать в нем газ до требуемой степени сжатия. При этом обедненный поток тяжелой фракции берется не из этой, а последующей за ней ступени, в ней обогащение газа будет равно по значению обогащенной легкой фракции данной ступени.

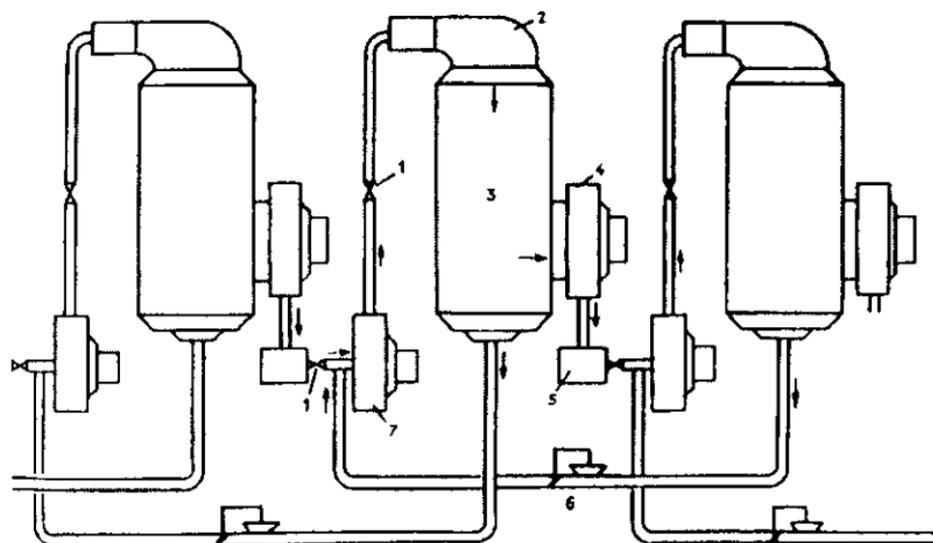


Рис. 8. Схема соединения в каскад двухкомпрессорных диффузионных машин ("схема с подкачкой" ОКБ ЛКЗ): 1 — клапан; 2 — холодильник газа; 3 — бак-делитель с пористыми трубками; 4 — компрессор (половинного расхода); 5 — холодильник; 6 — автоматический регулятор; 7 — компрессор полного расхода

Творческая инициатива Кировцев внесла на той начальной поре развития диффузионной технологии еще целый ряд оригинальных новшеств в конструкцию крупных машин. Они имели большое значение для дальнейшего прогресса новой промышленной технологии. К ним относятся:

- применение асинхронных электродвигателей с вынесенным статором. В них статор герметично отделен от ротора с помощью тонкостенной (0,15 мм) нихромовой перегородки (авторы изобретения* П.М. Удовиченко, Н.М. Синев и И.К. Попов). Железо ротора — цельнокованая стальная поковка вместо пакета, шихтованного из листов. Беличья клетка ротора образуется заливкой алюминия с кристаллизацией его под прессом вместо пайки медных стержней. В такой конструкции резко сокращаются коррозионные потери газа;
- снижена частота вращения двигателей и центробежных компрессоров, применена стандартная частота 50 Гц вместо 100 Гц. Это позволило существенно упростить электрооборудование завода, отказаться от повысительных (по частоте) преобразователей тока и проч.;
- Применена оригинальная цельнофрезерованная конструкция толстостенного ребристого алюминиевого холодильника газа (авторы изобретения** Н.М. Синев, Ю.К. Вишняков, Э.-С.А. Аркин, М.А. Коптев). Как показал многолетний опыт эксплуатации, такая конструкция холодильника гарантирует отсутствие протечек воды (и даже влаги) во внутрь машины, в ее газовый объем. Вода — гибель гексафторида урана;
- введены в компрессоре направляющие лопатки на входе и выходе газа (предложение заместителя научного руководителя М.Д. Миллионщикова и конструктора ОКБ П.В. Дудченко), что существенно улучшило гидравлику и КПД агрегата в условиях сверхзвукового течения газа.

На ЛКЗ оперативно были изготовлены в 1949–1950 годах опытные образцы и затем установочные партии из 20 машин Т-45, Т-46 на плоских фильтрах и далее Т-47 и Т-49 на трубчатых фильтрах. Проведенные заводские и приемные испытания подтвердили соответствие машин техническим требованиям. Особое значение имели испытания в кольцевом (бесконечном) каскаде, состоящем из 20 машин Т-47, динамических характеристик и автоматического

* Авторское право зарегистрировано ПГУ за № 15-60 с датой приоритета 03.06.48.

** Авторское право зарегистрировано ПГУ за 15-61 с датой приоритета 03.06.48

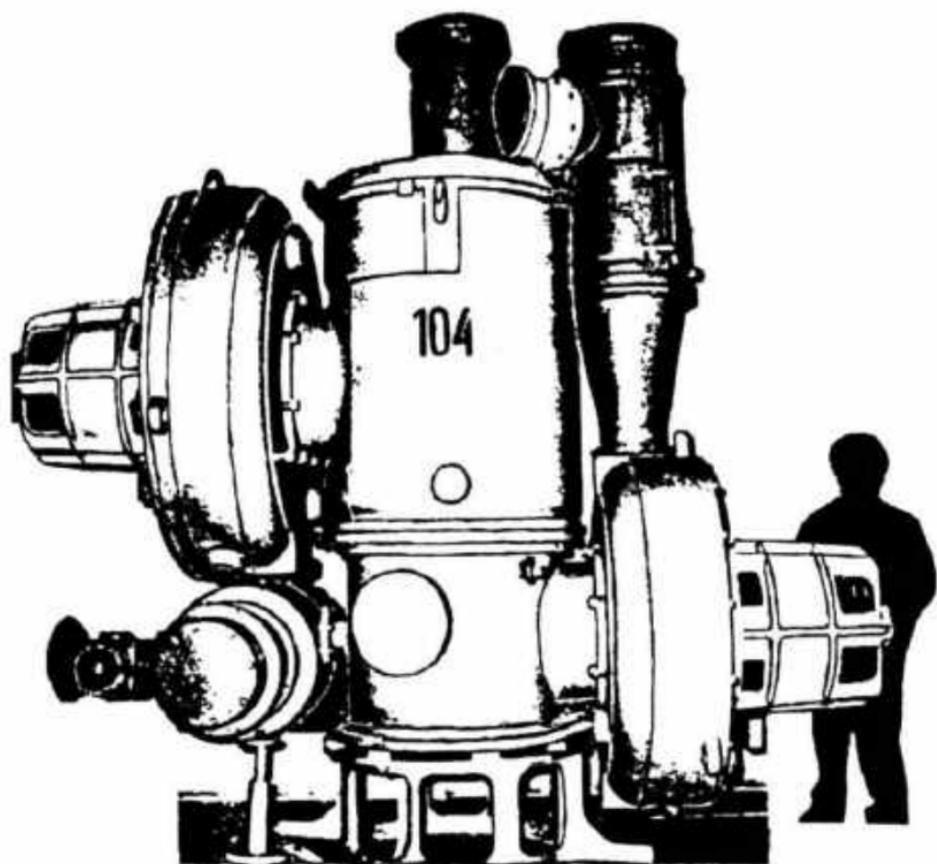


Рис. 9. Машина Т-47

поддержания стабильности межмашинных расходов газа. Соединение двух компрессорных машин Т-47 и Т-49 на трубчатых фильтрах открыло широкие перспективы дальнейшего прогресса газодиффузионной технологии и промышленности (рис. 9 и 10).

Среди конструкторских достижений обоих ОКБ большое значение имела оригинальная разработка запорных вакуумноплотных клапанов ручного и дистанционного (с электроприводами) управления на широкий ряд диаметров. Их конструкции у соревнующихся ОКБ были различны, но отличались надежностью, малыми гидравлическими сопротивлениями и технологичностью. Запорных клапанов на газовых коммуникациях требовалось многие тысячи и десятки тысяч. Каждая машина должна вручную отсекается от других на случай ремонта, а дистанционно с пульта управления могли отсекается по газу отдельные байпасируемые блоки и каскады.

Будучи озабочены и заняты переделками по машинам ОК-7, ОК-8 и ОК-9, исправлением на заводе Д-1 допущенных ошибок и

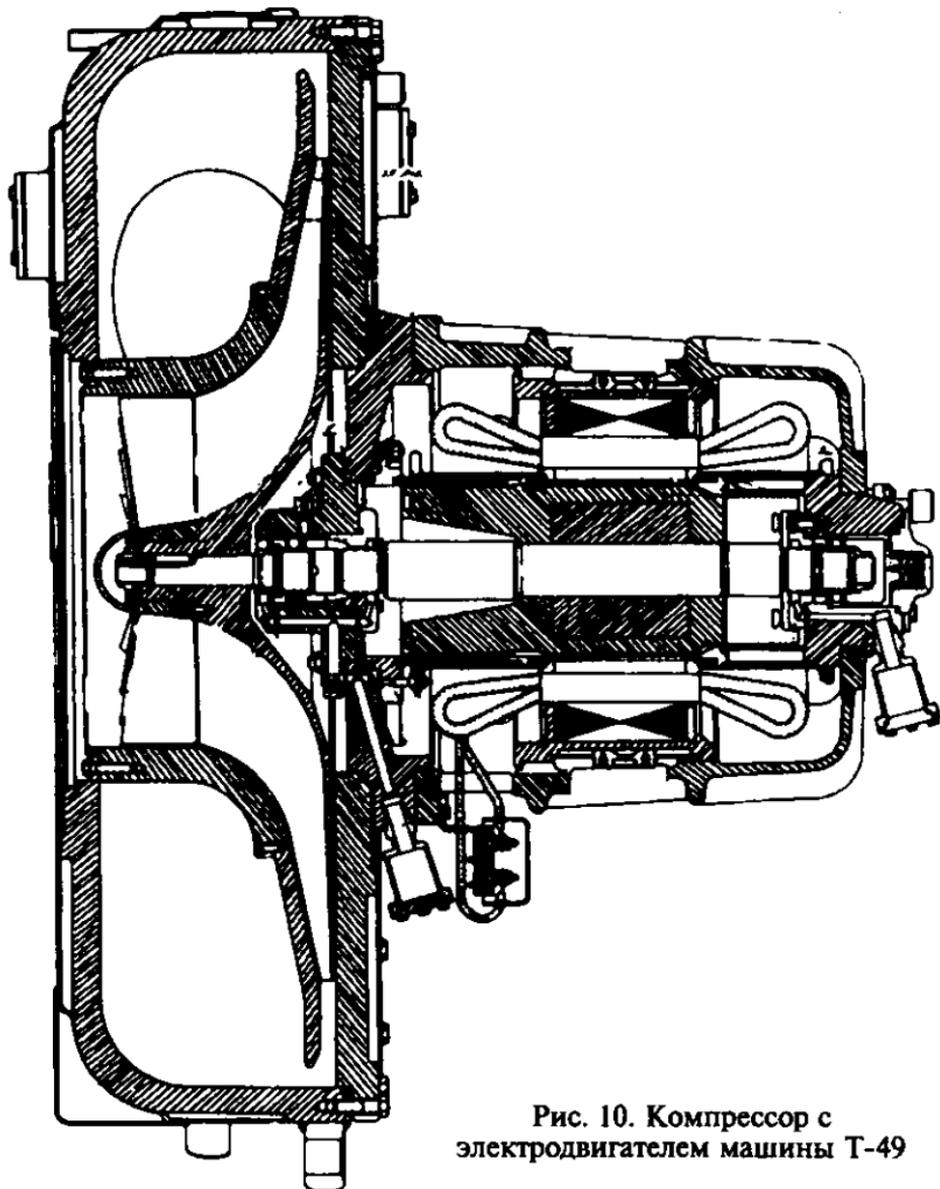


Рис. 10. Компрессор с электродвигателем машины Т-49

недоработок горьковчане на новом этапе не смогли выдержать творческого соревнования с ленинградцами, хотя и энергично стремились к этому и работали очень интенсивно. В 1949-1950 годах ОКБ ГМЗ разработало несколько проектов новых диффузионных машин, выполненных не только в чертежах, но и в металле в виде опытных образцов и установочных партий, а также специальных стенов для их испытаний.

В 1949 году разработана форсированная машина ОК-9Т производительностью 350 г/с, аналогичная ленинградской машине

Т-45. Испытания каскада из 24 ступеней машин ОК-9Т показали недоработанность конструкции, и она была отклонена. В середине 1950 года на двух специальных стендах были предъявлены для испытаний Приемной комиссии машины ОК-11 (производительностью 0,600 кг/с) и ОК-12 (производительностью 1,200 кг/с), выполненные по оригинальной, но неоправданно сложной и не дающей эксплуатационных преимуществ гидравлической схеме с двумя делителями (схема проф. А.Ф. Лесохина из лаборатории №2). Однако и эти машины испытаний не прошли и тоже были отклонены. Они противопоставлялись хорошо отработанным конструкциям ленинградских машин Т-46 и Т-47.

В 1949 году ОКБ ГМЗ сделало еще одну попытку конкуренции с ОКБ ЛКЗ и разработало проекты двух машин, применив в них всеми признанную ленинградскую схему с подкачкой: ОК-15 (производительностью 0,600 кг/с) и ОК-17 (производительностью 1,200 кг/с). В этих машинах в отличие от ленинградских конструкций компрессоры половинного и полного расходов были объединены в одном корпусе, требовавшем только один электропривод, а не два, как на машинах Т-46 и Т-47. Электродвигатель вынесен в атмосферу, на его валу применено механическое вакуумное уплотнение, к этому времени еще недостаточно экспериментально отработанное. Принципиально такая компоновка компрессорного узла в целом рациональна и экономична, но она потребовала значительной конструкторской и экспериментальной доводки, а времени для этого у горьковчан не было. Конструкторской "пробоиной" у горьковчан оказалось также поспешное применение ими предложенного сотрудником Лаборатории №2 Е.М. Каменевым конструкции регулируемого щелевого сопротивления, как более простого, взамен межступенчатых автоматических регуляторов давления и расхода газа с пневматическим сервоприводом, разработанных ОКБ ЛКЗ и применяемых на всех диффузионных машинах по схеме с подкачкой.

В данном случае проявилось желание горьковчан дать свое более простое конструкторское решение сложных узлов машины, противопоставив их преимущества в соревновании с конструкциями соперников-ленинградцев.

Горьковчанами была допущена и еще одна ошибка: возражая против мало проверенных трубчатых фильтров, в машинах ОК-15 и ОК-17 они применили малоэффективные плоские (пластинчатые) пористые фильтры с давлением перед ними 30 мм рт. ст. Это была дань консерватизму. Однако последнее решение с запозданием, но в ОКБ ГМЗ было пересмотрено. Спешно были разработаны конструкции с применением трубчатых фильтров (машины ОК-16

и ОК-18) с давлением газа перед фильтрами 50-60 мм рт. ст., что позволило поднять на машине ОК-16 производительность до 1,2 кг/с, а на ОК-18 — до 2,2 кг/с. Таким образом, эти машины, основу которых составляют конструктивные узлы ОК-15 и ОК-17, можно было противопоставить ленинградским Т-47 и Т-49.

Весной-летом 1950 года два каскада, состоящие каждый из 30 машин ОК-15 и ОК-17, минуя стадию комиссионных приемных испытаний одиночных опытных образцов, были предъявлены к испытаниям Приемной комиссии ПГУ. У горьковчан и их руководителя А.С. Ельяна была полная уверенность в успехе. Не ожидая результатов испытаний, с санкции ПГУ ими была развернута на заводе в широком масштабе подготовка серийного производства обоих типоразмеров машин (ОК-15 и ОК-17). Тщательно проведенные в апреле, а затем в июне-сентябре 1950 года, комиссионные приемные испытания 30-ступенчатых каскадов машин ОК-15 и ОК-17 показали несоответствие этих машин техническим требованиям, недостаточную надежность компрессорных агрегатов и полную непригодность узла шелевого регулирования.

По представлениям горьковчан у них имелись реальные возможности устранить установленные Приемной комиссией отклонения машин от технических требований. Однако для этого требовались серьезная доработка конструкции машин и некоторое время, которого уже не оставалось, так как по решению Правительства на Уральской площадке до конца 1951 года должен быть построен и введен в эксплуатацию второй полномасштабный диффузионный завод Д-3, который предполагалось комплектовать машинами производительностью 0,35; 0,6; 1,2 и 2,2 кг/с, чему соответствуют принятые после испытаний Приемной комиссией, рекомендованные ею к серийному производству машины Т-45, Т-46, Т-47 и Т-49. В этом ряду горьковские машины типа ОК своего места не завоевали.

Накал творческого соревнования двух конструкторских коллективов можно ощутить по приведенной на рис. 11 копии записки директора и начальника ОКБ ГМЗ А.С. Ельяна с припиской главного конструктора А.И. Савина на имя члена Приемной комиссии, тогда заместителя главного инженера Уральского завода Д-1 Н.М. Синева во время приемных испытаний ОК-17, весной и летом 1950 года. Кажущееся опережение на два месяца в предъявлении машин для приемных испытаний рассматривалось как решающий фактор, считая, что с техникой и приемными испытаниями машин все будет в порядке. Ведь завод Д-3 должен быть пущен к концу 1951 года, а серийная поставка машин начаться уже в 1950 году.

Приемную комиссию ПГУ с 1949 года возглавил новый председатель Д.Л. Симоненко (взамен освобожденного проф.

В.И. Поликовского), широкообразованный физик, начальник одной из лабораторий в отделе И.К. Кикоин (Лаборатория №2), человек педантичный, принципиальный и твердый. Персональный состав Приемной комиссии (8-10 чел.) утверждался приказом ПГУ, в него входили главные конструкторы или их заместители от обоих ОКБ, руководители их расчетных бюро, начальники испытательных стендов, а также высококвалифицированные представители завода-заказчика: начальник технического отдела, заместитель научного руководителя завода. Специалисты – члены Приемной комиссии ПГУ были полностью автономны, они несли персональную ответственность за объективность своих решений только перед ПГУ, а не перед командировавшей их органи-

Т. Синева
 Машина №-17 ОУУУ
 закончен монтаж 25/IV
 опробован по всем выцам, в
 том числе и на барыже 1/II.
 Зрелый комиссия 10-15/II.
 Т-46 ОУУУ смонтирован
 1/II и зрелый комиссия
 15-20/II. *А.И. Савина* 20/IV (А.ЕЛЯН)
 предложе. комиссией.
 Т-46 - 10/III - 50
А.И. Савина (САВИН)

Рис. 11. Запись А.С. Еляна с припиской А.И. Савина в записной книжке Н.М. Синева

зацией и обязаны были руководствоваться государственными, а не ведомственными интересами.

Сложная острая обстановка на Горьковском машиностроительном заводе в 1950 год., связанная с провалом машин ОК-11 и ОК-12 и особенно машин ОК-15 и ОК-17, в немалой степени способствовала тому, что и директор завода А.С. Елян, и главный конструктор ОКБ А.И. Савин* вскоре были переведены из Горького в Москву, получив назначение на другую, руководящую работу, не относящуюся к атомной проблеме.

Директором ГМЗ был назначен бывший главный инженер, уравновешенный и спокойный В.Д. Максименко, главным инженером — опытный и инициативный главный технолог — А.А. Гордеев, главным конструктором ОКБ — И.И. Африкантов, являвшийся до этого заместителем главного конструктора ОКБ по опытному производству, высококвалифицированный инженер и организатор, прошедший большую и разностороннюю практическую школу сложного машиностроительного производства.

В октябре 1950 года после отладки и реконструкции завода Д-1 Н.М. Синеву было разрешено вернуться в Ленинград для выполнения прерванных функций главного конструктора ОКБ ЛКЗ. Одновременно был назначен и новый директор ЛКЗ Н.И. Смирнов, позже избранный председателем Ленинградского городского Совета народных депутатов.

В обоих ОКБ все шире развертывались разработки новых и проводилось усовершенствование находящихся в эксплуатации диффузионных машин с учетом уже накопленного опыта при создании первого завода Д-1. Следует отметить, что с 1946 года и почти до конца 1953 года конструкторы и технологи обоих ОКБ работали в очень напряженном режиме — по 12-15 ч. ежесуточно. Для развозки конструкторов ночью по домам были закреплены специально выделенные автобусы. Испытательные стенды и лаборатории ОКБ работали круглосуточно. Все понимали, что надо всемерно ускорять решение атомной проблемы.

В 1950 году было принято решение Правительства о сооружении третьего диффузионного завода Д-4 с полным циклом получения из природного сырья высокообогащенного 90%-ного урана. Для этого завода было решено разработать и применить новые конструкции двух малых, концевых машин, устанавливаемых в каскадах зоны высокого и конечного обогащения. Двум заводским ОКБ снова выдали параллельные задания на разработки ма-

* А.И. Савин в дальнейшем — генеральный конструктор НПО МРП, акад. АН СССР

шин на конкурсной основе. Предстоял новый этап творческого соревнования.

В результате напряженной работы обоих ОКБ в 1951 году были созданы опытные образцы двух типов малых машин, которые успешно прошли приемные испытания. В результате анализа преимуществ к серийному производству комиссия рекомендовала машину Т-44 (производительностью 0,100 кг/с), разработанную Ленинградским ОКБ, и ОК-19 (производительностью 0,030 кг/с), созданную горьковчанами. В 1952 год. установочные партии, каждая из 20 машин ОК-19 и Т-44, обоих заводов прошли строгие испытания Приемной комиссии.

Оба типа машин рассчитаны на применение плоских фильтров. В целях большей компактности компрессорные агрегаты рассчитаны для работы на высоких оборотах (6000 об/мин), а электроприводы выполнены с вынесенными за герметичную нихромовую перегородку статорами.

Высокая требовательность Приемной комиссии проявилась ко всем параметрам машин. Достаточно отметить, что превышение температуры газа перед фильтрами по сравнению с ТУ на 2°С у машины Т-44 в заданных условиях охлаждения (вместо 18°С обеспечивалось 20°С) рассматривалось в Спецкомитете Совета Министров СССР. Потребовалось 3-месячное испытание 30 машин Т-44 серийного производства для подтверждения того, что заданная техническими условиями жесткая величина коррозионных потерь рабочего газа со временем в машинах Т-44 не увеличивается, а неуклонно и закономерно снижается. Ведь машины Т-44 и ОК-19 должны работать в концевой зоне каскадов высокого обогащения. Главный конструктор ОКБ ЛКЗ (Н.М. Синев) обязан был лично в течение трех месяцев в 1 квартале 1953 года проводить вместе с Председателем Приемной комиссии (Д.Л. Симоненко) эти круглосуточные контрольные испытания на Уральском заводе-заказчике. Такие жесткие и бескомпромиссные требования после горьких уроков, полученных на заводе Д-1, предъявлялись к обеспечению высокого качества диффузионных машин.

Потребности в увеличении разделительных мощностей в стране росли. Новые мощности требовали более совершенной техники. В 1951 году оба ОКБ получили новые, на этот раз различные задания по разработке диффузионных машин более крупной мощности. Быстрыми темпами шло совершенствование технологии трубчатых пористых фильтров, позволявших проектировать машины с давлением газа перед ними 100, 200 и более мм рт. ст. Это давало возможность конструкторам создавать более компактные и крупные машины.

Опытно-конструкторское бюро ЛКЗ в 1952 году закончило проект машины Т-51 с прокачкой газообразного гексафторида урана 12 кг/с, т.е. с производительностью в 10 раз большей, чем у машины Т-47, и в 5,5 раза больше, чем у Т-49. Вскоре представилась возможность создать машины с расходом газа 14 и 25 кг/с (Т-52 и Т-56). ОКБ ГМЗ приступило к разработке машин ОК-23, ОК-26 и ОК-30 на расход рабочего газа ступени 4,0; 8 и 14 кг/с. Теперь каждый конструкторский коллектив работал без подстраховки. В новых конструкциях машин применено много прогрессивных конструктивных новшеств, повышающих надежность и экономичность эксплуатации, приводящих к снижению удельных затрат материалов (более чем на 60%), а также трудоемкости изготовления.

На новых диффузионных заводах нашли применение все шесть вышеуказанных типов машин, среди них самая крупная головная машина — Т-56 и ее каскадная соседка — ОК-30 (рис. 12 и 13). В этих машинах, выполненных по схеме с подкачкой, применено усовершенствованное вакуумное уплотнение вращающегося вала компрессора, асинхронные двигатели с воздушно-водяным охлаж-

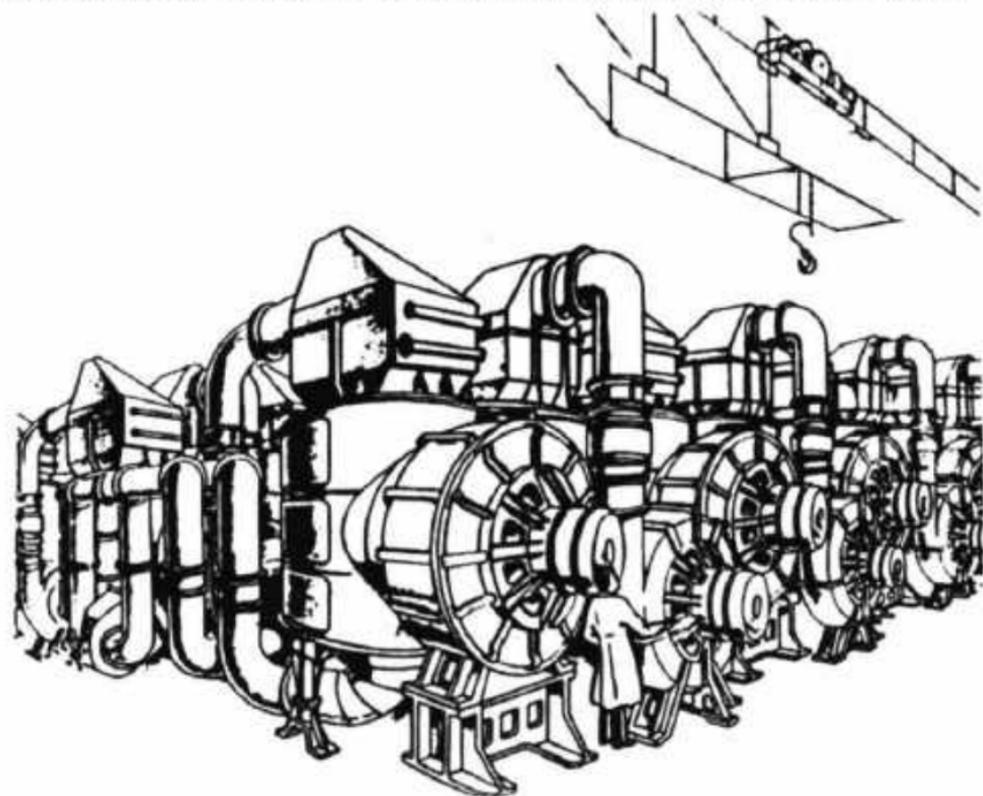


Рис. 12. Соединение в каскад машин Т-56 на диффузионном заводе

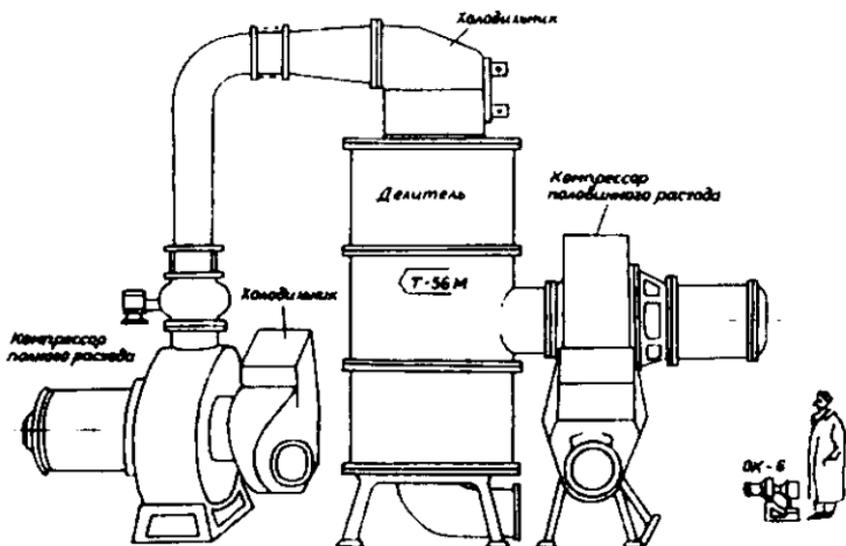


Рис. 13. Самая большая и самая маленькая диффузионные машины (Т-56М и ОК-6)

дением на 3000 и 1500 об/мин, межмашинные автоматические регуляторы давления газа с пневматическим сервоприводом, разработанные ОКБ ЛКЗ. В многоярусной компоновке, в объемистых цилиндрических баках-делителях ступени, размещены многие тысячи пористых трубчатых фильтров. В последующие годы в ходе эксплуатации или сооружения новых заводов почти все типы диффузионных машин подвергались тем или иным усовершенствованиям. Машины не старели (рис. 14 и 15).

Об особо интенсивной и в целом очень плодотворной работе конструкторов-диффузионщиков наглядно свидетельствуют следующие показатели. Всего за 6-летний период (1946-1952 годы) ОКБ ЛКЗ было разработано 16 конструкций различных диффузионных машин; из них успешно прошли приемные испытания 12, поставлены на серийное производство 9. ОКБ ГМЗ за этот период выполнило (с завершением в металле) 25 проектов, по 12 из них машины выдержали приемные испытания, поставлены на серийное производство 8.

В таблице приведен перечень разработанных в СССР в 1946-1953 годах диффузионных машин, получивших промышленное применение.

В последующие годы интенсивно продолжались опытно-конструкторские и экспериментальные работы по всем основным узлам диффузионных машин. Большие успехи достигнуты в технологии

Рис. 14. Баки-делители, в которых размещаются пакеты с пористыми трубчатыми фильтрами (машины Т-47 и Т-56 производительностью соответственно 45 и 850 ЕРР/год)

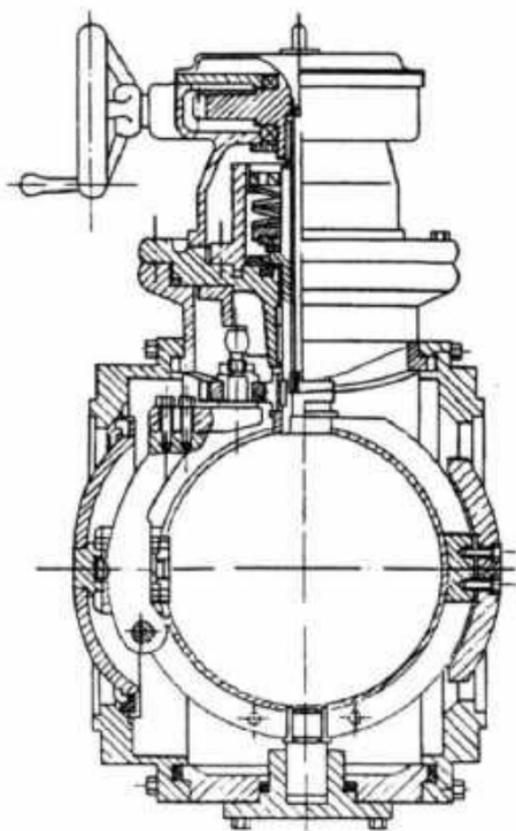
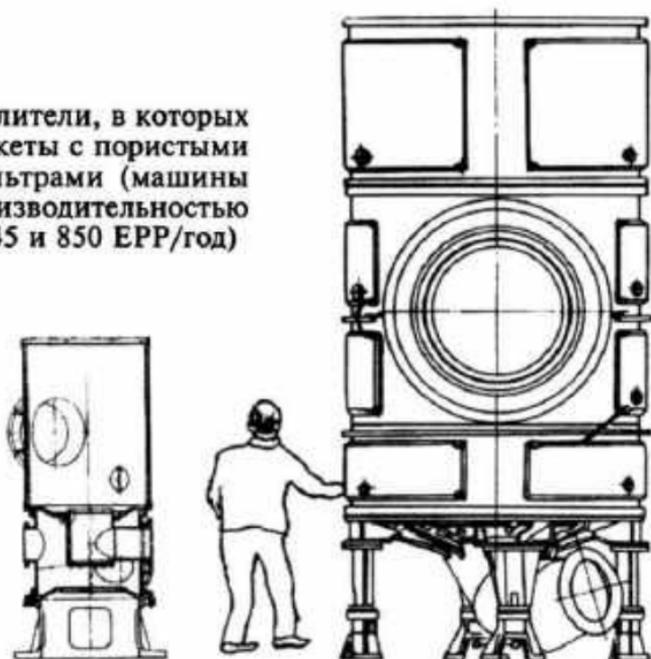


Рис. 15. Запорный клапан с нулевым сопротивлением диаметром 500 мм для машин конструкции ОКБ ЛКЗ

Советские диффузионные машины

Тип машины	Расход газа, кг/с	Давление газа перед фильтрами мм рт. ст.	Мощность электродвигателей, кВт	Масса ступени, т	Удельная мощность для компрессоров, кВт/кг в секунду	Разделительная мощность, ЕРР/год
Однокомпрессорные, с плоскими фильтрами						
ОК-6	0,008	14	0,5	0,2	62,5	0,13
ОК-7	0,030	19	1,5	0,7	50,0	0,57
ОК-8	0,090	19	4,0	1,2	44,4	1,7
ОК-9	0,240	19	10,0	2,5	41,7	3,6
ОК-19	0,30	19	1,2	0,66	40	0,6
Т-44	0,100	17	3,2	1,1	32	2,0
Т-45	0,350	20	14	3,5	40	9,1
Двухкомпрессорные (по схеме с подкачкой), с трубчатыми фильтрами						
Т-46	0,600	25*	13,5	6	22,5	18
Т-47	1,200	52	24,5	6	20,7	45
Т-49	2,200	55	44	10	20,0	75
ОК-23	4,000	49	60,4	11,5	15,1	140
ОК-26	8,000	97	116,3	12	14,5	300
Т-51	12,000	90	192	21,3	16	450
Т-52	14,000	105	209	20,7	14,9	500
ОК-30	14,000	190	198,1	13,5	14,2	500
Т-56	25,000	180	369	23	14,8	850

* Плоские пластинчатые пористые фильтры

пористых фильтров. Множился и эксплуатационный опыт — строгий экзаменатор и проектных, и конструкторских, и технологических решений и качества изготовления и монтажа. Все это позволяло в процессе сооружения новых заводов и эксплуатации действующих вносить большие и малые улучшения, модернизировать действующее оборудование, достигая лучших показателей.

В таблице обращает внимание большое количество типоразмеров и конструкций диффузионных машин (16 типоразмеров), разработанных в СССР и серийно примененных в промышленности. Диапазон их показателей весьма широк. Так, по расходу гексафторида урана компрессорами (кг/с) самая крупная машина Т-56 отличается от самой маленькой ОК-6 в 3000 раз, а по их главному показателю — разделительной мощности — в 6500 раз (850 ЕРР/год у Т-56, 0,13 ЕРР/год у ОК-6). Эти же показатели, отнесенные к головной и конечной ступеням заводов Д-3 и Д-1, составляют величины на 1-2 порядка меньшие, что соответствует их малой проектной разделительной мощности.

Широкий спектр типоразмеров диффузионных машин по разделительной мощности позволил советским ученым и проектировщикам разрабатывать оптимальные технологические схемы диффузионных заводов, максимально приближаясь к схемам идеальных каскадов. В идеальном каскаде каждая ступень (а их несколько тысяч) должна плавно отличаться от соседней машины иным расходом газа, поэтому в данном случае не имеется потерь от смешивания потоков газа с разными обогащениями и разделительная мощность диффузионного завода равна сумме мощностей всех ступеней (кпд каскада равен 1). Однако строить такой завод по схеме идеального каскада, применяя чрезмерно большое количество типоразмеров машин, непрактично и по существу невозможно. Эту задачу удалось эффективно решить, разбив идеальный каскад на несколько усредненных прямоугольных каскадов, составленных из одинаковых машин, т.е. ступеней одного типоразмера, работающих при одинаковых расходе газа и мощности.

На рис. 16 показана схема такого построения диффузионного завода, составленного из пяти прямоугольных каскадов с применением ступеней четырех типоразмеров (подобно заводу Д-1) с максимальным приближением сочетания нескольких "прямоугольных каскадов" к идеальному каскаду (штриховой контур). На советских диффузионных заводах на основе научных исследований и расчетов удалось решить высокоэкономичную технологическую схему построения прямоугольных каскадов из ограниченного числа (4-8) типоразмеров машин (они перечислены в таблице), различающихся по разделительной мощности, расходам газа и другим

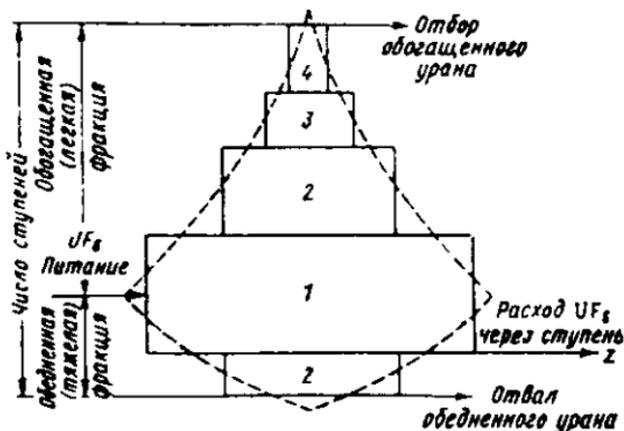


Рис. 16. Принципиальная схема построения диффузионного завода из пяти прямоугольных каскадов с применением ступеней четырех типоразмеров по расходу газа (1, 2, 3, 4) в максимальном приближении к форме идеального каскада (показан пунктиром)

показателям. Достигнут КПД по отношению к идеальному каскаду, равный 85-96% (разработки Н.А. Колокольцова, Б.В. Жигаловского, Р.Г. Ваганова, М.М. Добулевича, В.И. Акишева).

ЗАВОДЫ Д-3, Д-4. УВЕРЕННОСТЬ В УСПЕШНОМ РАЗВИТИИ ДИФФУЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В январе 1949 года, несмотря на все допущенные ошибки по заводу Д-1, уже определилось, что трудности будут преодолены и для наращивания мощностей терять время недопустимо; Совет Министров СССР принял решение незамедлительно сооружать новый завод, названный Д-3. Строительство диффузионного завода Д-3 было осуществлено за 2 года; он вводился частями. Полный ввод в эксплуатацию был завершён в декабре 1951 года. Это был крупнейший успех, позволивший уверенно рассчитывать на дальнейший прогресс и необходимое расширение в СССР разделительных промышленных мощностей по производству высокообогащенного урана.

После неудач с испытаниями горьковских машин ОК-11, ОК-12, ОК-15 и ОК-17 комплектование завода Д-3 решено осуществлять только машинами разработки ОКБ ЛКЗ: Т-45, Т-46, Т-47 и Т-49. Опытные образцы этих машин и их установочные партии успешно прошли комиссионные испытания. Всего на заводе Д-3 было установлено 2242 машины, скомплектованные в пяти каскадах; из них: Т-45 — 416 ед. (плоские фильтры), Т-46 — 400 ед.

(плоские фильтры), Т-47 — 730 ед. (трубчатые фильтры), Т-49 — 696 ед. (трубчатые фильтры).

Суммарная установленная мощность для электроснабжения завода Д-3 составила (с учетом вспомогательного оборудования и освещения) около 75 МВт. Для серийного изготовления крупных машин ОК-15 и ОК-17 предполагалось, что большие производственные мощности будут подготовлены на ГМЗ. Чтобы их загрузить, Правительство решило передать на этот завод изготовление всех машин Т-49 по рабочей чертежно-технической документации ОКБ ЛКЗ. Это был крупный реванш ленинградцев в честном творческом состязании с гордыми горьковскими машиностроителями.

С поставленной задачей ГМЗ справился отлично. В конструкцию Т-49 был внесен ряд уточнений, и прежде всего в технологическом отношении, снижены материалоемкость и трудоемкость изготовления. Эта задача была, как говорится, "по зубам" такому мощному и высококвалифицированному коллективу. В течение трех лет (1951, 1952 и 1953) ГМЗ выпускал для строящихся заводов машины Т-49. Межмашинные автоматические регуляторы ему поставлял ЛКЗ.

В помощь Ленинградскому Кировскому заводу для выпуска всех газовых коммуникаций (трубопроводов, переходников) по изготавливаемым им машинам типа Т был привлечен машиностроительный завод в Омске. Изготовление и поставка всех запорных вакуумных клапанов по рабочим чертежам, разработанным ОКБ ЛКЗ, были возложены на крупнейший Харьковский завод транспортного машиностроения, носящий ныне имя министра В.А. Малышева (после его смерти в 1957 году). На этом заводе для производства клапанов в короткое время был построен большой специальный механический цех.

Завод Д-3 был размещен во вновь сооруженном П-образном корпусе, вблизи от площадки Д-1. Каждый каскад монтировался в изолированном герметизированном каньоне. Все вспомогательное оборудование — электропитание, водоохлаждение, вакуумная система, вентиляция, пункты управления — вынесены в пристройки и боковые коридоры. Сооружен цех ревизии, цех осушки воздуха. Построены отдельные помещения для подачи в каскады питания гексафторида природного урана путем испарения (возгонки) его из специальных стальных баллонов (электронагрев) и размещения холодильных (на сухом льде) установок для конденсации в специальных емкостях отборов обогащенного продукта и в стальных баллонах обедненного отвала. Все системы оборудованы точнейшими автоматическими регуляторами расхода газа разработки ОКБ ЛКЗ. Эти специальные помещения на диффузионных заводах по-

лучили наименование КИУ (конденсационно-испарительные установки), обслуживаемые ограниченным числом квалифицированного персонала. Здесь наглядно осуществляется полный материальный баланс всего завода, вход и выход урана различного изотопного состава. Здесь может иметь место и повышенная радиоактивность...

Завод Д-3 решено соединить с заводом Д-1, как бы нарастив его голову. Таким образом, объединенный завод (Д-1 + Д-3), соединивший в одну непрерывную цепь 9526 машин-ступеней (7284 от Д-1 и 2242 от Д-3), размещенных в 61 каскаде, позволили более чем в шесть раз увеличить выпуск обогащенного до 90% продукта. Это было очень важно. Ведь из-за океана продолжались угрозы и атомный шантаж нашей страны.

Успешный пуск в эксплуатацию завода Д-3 показал, что СССР может уверенно наращивать свои разделительные мощности. За это время вырос опыт конструкторов, ученых, технологов-машиностроителей, строителей и эксплуатационников. На диффузионном заводе прошли хорошую практическую школу руководители, специалисты и трудовые коллективы, привлеченные к решению проблемы производства высокообогащенного урана.

В 1950 году Правительство приняло решение о строительстве более мощного завода Д-4 с полным циклом производства 90%-ного урана. Для этого завода потребовалась разработка новых, более совершенных малых концевых машин для зоны высокого обогащения. Эти машины ОК-19 и Т-44 были на конкурсной основе разработаны обоими ОКБ.

Завод Д-4 был построен и полностью (без сбоев) введен в эксплуатацию в декабре 1952 года, а его хвостовая часть на 10 месяцев позже. Он состоял из 5486 разделительных машин-ступеней, в том числе: 672 ед. — Т-49, 1420 ед. — Т-47, 928 ед. — Т-45, 1098 ед. — Т-44, 1368 ед. — ОК-19. На этом заводе не использовалась ни одна машина, которую применяли на первом заводе Д-1*. Для электроснабжения завода Д-4 со всеми его вспомогательными цехами (цех сухого воздуха, аммиачные холодильные установки и прочие) подведенная мощность составила около 100 МВт.

Пока строился завод Д-4 велось проектирование и приступили к сооружению более мощного завода Д-5. Его первая очередь СУ-3, предназначенная для среднего обогащения урана, оснащена машинами Т-47 (400 ед.) и Т-49 (976 ед.). Это было начало второго этапа развития диффузионной промышленности

* Завод-пионер Д-1, проработав около семи лет, был демонтирован в 1955 г., как слишком маломощный и морально устаревший.

в СССР. В 1951 году для завода Д-5 приступили к разработке более мощных машин для головных каскадов с увеличенным массовым и объемным расходом и давлением рабочего газа перед фильтром 75-100 мм рт. ст. и более (машины Т-51, ОК-23, ОК-26). Завод Д-5 был рассчитан на размещение технологического оборудования в корпусах общей площадью 130 тыс. м².

К началу 1953 года на уральских диффузионных заводах круглосуточно работало около 15 тыс. диффузионных машин. Общая подведенная к заводам и фактически потребляемая электрическая мощность составила около 250 тыс. кВт, что было беспрецедентно. Огромной производительности насосные станции ежесуточно прокачивали через систему многочисленных теплообменников свыше 1 млн. м³ воды из демидовских озер-прудов. Круглосуточную эксплуатацию всего комбината с обслуживающими его производствами обеспечивали около 3500 чел. В целом это был новый, не известный до последних лет, тип сложной наукоемкой индустрии XX в.

Большую роль в сооружении заводов Д-1, Д-3 и Д-4 и в обеспечении их многообразным оборудованием и кадрами, в организации научных и опытно-конструкторских работ по широкой номенклатуре новых материалов, приборов, изделий выполняло все эти годы Специализированное главное управление ПГУ-ГУХО (Главное управление химического оборудования), которое возглавляли: генерал-майор А.М. Петросьянц (апрель 1947 – декабрь 1949), генерал-майор А.Д. Зверев (декабрь 1949 – 1953), неизменный заместитель начальника управления – опытный энергетик А.И. Салменков, начальники производственно-технического отдела Главка Р.А. Согомоян (октябрь 1949 – сентябрь 1952), В.Ф. Гордеев (с конца 1952) и многие другие ответственные сотрудники нескольких управлений ПГУ.

С 1946 по 1953 год капиталовложения в строительство диффузионных заводов составили несколько сотен миллионов рублей, из них менее 6% приходилось на жилсоцкульсектор. В те послевоенные годы люди удовлетворялись весьма скромными жилищными и бытовыми условиями.

За разработку проекта, наладку и пуск заводов Д-3 и Д-4 была повторно удостоена в 1953 году Государственной премии СССР (с формулировкой "За выполнение специального задания Правительства") ведущая группа специалистов: по ЛКЗ – главный конструктор ОКБ Н.М. Синев, Заместитель главного конструктора Э.-С.А. Аркин; по ГМЗ ОКБ: главный конструктор ОКБ И.И. Африкантов, по Лаборатории №2 АН СССР И.К. Кикоин (научный руководитель), заместители научного руководителя акад. С.Л. Соболев и профессора – М.Д. Миллионщиков, Н.А. Колокольцов.

По уральским диффузионным заводам Государственной премии СССР были удостоены: директор предприятия А.И. Чурин, главный инженер М.П. Родионов, заместитель директора по науке проф. М.В. Якутович, начальник ЦЗЛ проф. С.В. Карпачев, директор завода Д-3 В.Д. Новокшенов, главный инженер завода Д-4 А.И. Савчук, главный механик И.Н. Бортников. Государственную премию получили также главные инженеры проекта заводов И.З. Гельфанд и М.М. Добулевич.

За разработку специальных шарикоподшипников удостоены Государственной премии СССР инженеры Центрального бюро подшипниковой промышленности Г.В. Андросов и В.П. Дерюгин.

За большой вклад в разработку диффузионных машин, организацию их производства на основе передовой технологии в 1953 году, наряду с группой награжденных Государственной премией СССР, удостоены правительственных наград (орденами и медалями) многие отличившиеся конструкторы, технологи, начальник цехов и рабочие всех заводов, участвовавшие в выполнении заданий и заказов Первого главного управления при Совете Министров СССР. Так, по ЛКЗ отмечены:

- начальники производства — И.С. Исаев, В.И. Запорожец, В.Г. Фирсов, начальники цехов — А.Г. Арцуев, Л.М. Яровинский, В.М. Михайлов, В.Г. Зайченко, М.И. Смирнов, М.Г. Рейс; ведущие технологи — М.В. Васильев, И.А. Маслов, В.Д. Болотин, Г.Н. Суббатовский, С.А. Сахарников, А.И. Городничин, В.К. Звегинцев, Л.С. Баранов, М.Г. Майоров, М.А. Сюткина и др.;
- ведущие конструкторы ОКБ — Б.Ф. Кашперский, П.М. Удовиченко, Ю.К. Вишняков, П.В. Дудченко, И.К. Попов, Х.А. Муринсон, Н.И. Иголкин, А.И. Сафронов, В.И. Сергеев, Н.М. Попов, И.С. Стогов, А.И. Петров и др.;
- испытатели и рабочие — М.И. Счисляев, А.А. Белимов, М.И. Бариненков, А.Б. Столыпин, И.З. Костюк, Е.Н. Ушацкий и др.

По горьковскому машиностроительному заводу отмечены: конструкторы ОКБ — Н.А. Велединский, В.И. Шаронов, Н.И. Муравьев, Х.Ш. Гольденберг, М.П. Ковалев, С.П. Рябинин, В.А. Курилкин и др.; производственники и технологи — Н.В. Дмитрусенко, М.Я. Барышников, В.С. Иванов, В.И. Китаев, А.М. Гривеннов, С.Ф. Антонов, Г.Г. Колесников, Г.Д. Лычев, М.В. Филиппов, А.П. Солнышков, А.В. Рогов, А.Я. Абрамович и др.

Коллективу ОКБ ГМЗ большую помощь в разработке машин оказали научные сотрудники отдела И.К. Кикоина (Лаборатория

№2 АН СССР): А.Ф. Лесохин, Н.М. Сагалович, А.Г. Плоткина, Е.М. Войнов, Д.Л. Симоненко и др.

В целом в создании специального оборудования для "особого заказа Правительства" участвовали многие тысячи инженеров и рабочих всех квалификаций, которые не щадили себя, выполняя задание каждый на своем посту.

КОНТРАГЕНТЫ-РАЗРАБОТЧИКИ И ПОСТАВЩИКИ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ.

В создании и быстром наращивании промышленных мощностей производства обогащенного урана участвовало много предприятий различных отраслей промышленности, академические и отраслевые научно-исследовательские институты и ряд крупнейших конструкторских организаций. Здесь мы кратко укажем на главнейшие.

Так, поставки алюминиевых штамповок, поковок и проката для изготовления диффузионных машин осуществляли заводы авиационной промышленности. Статоры электродвигателей для машин типа Т поставлял ЛКЗ Ленинградский электротехнический завод — филиал "Электросилы"; стальной и цветной прокат, никель — заводы черной и цветной металлургии. Станочное оборудование и инструмент поставляли заводы Станкопрома, химическую продукцию — предприятия химической промышленности. Требовалось много насосов, теплообменников, вентиляторов, фильтров, всевозможной арматуры. Советские машиностроительные заводы поставляли их, выполняя эти поставки, как важнейший первоочередной заказ.

Беспримерная энергонасыщенность диффузионного завода, высокая энергоемкость газодиффузионной технологии, огромные масштабы создают образ газодиффузионного завода, как некоего колоссального электрического ежа, насыщенного мощными линиями подвода электротока высокого напряжения, развернутыми понизительными подстанциями, обилием размещенных по протяженному периметру главного здания трансформаторов и распределительных электросетей. Все это определило очень большой объем и широкую номенклатуру поставок дефицитного оборудования; электродвигателей, пусковой и контрольно-измерительной аппаратуры и кабелей, которые выполняли заводы отечественной электропромышленности, еще не окрепшие после войны. В номенклатуре ряда поставщиков была не только штатная, освоенная продукция, но и специальная, новая, без которой невозможно осуществить промышленную диффузионную технологию. Эту специфическую про-

дукцию еще надо было разработать и быстро освоить в промышленном производстве. Сюда относятся, прежде всего компоненты, входящие в конструкцию всех диффузионных машин, шариковые подшипники, спецсмазка для них, вакуумная резина, тефлон.

Специальные шариковые подшипники должны длительно, многие годы, работать в вакууме в среде агрессивного гексафторида урана. Их разработку успешно выполнило Центральное конструкторское бюро подшипниковой промышленности (руководитель Г.В. Андросов, ведущие инженеры — Н.В. Горин и В.П. Дерюгин). Требовалась разработка не только конструкции самого подшипника, но и способа его упаковки, транспортировки и хранения, поскольку обычная консервация с помощью нефтяных масел недопустима.

Большой проблемой явилось создание специальной резины. В течение многих лет непрерывной эксплуатации она должна надежно защищать вакуумные объемы машин и коммуникаций от атмосферы, не меняя своих упругих свойств, быть химически стойкой во фторсодержащей среде гексафторида урана, иметь ничтожно малую гигроскопичность. Такая резина (№7889) была в 1946 году создана в НИИ резиновой промышленности (НИИРП).

В 1948 году была получена новая марка резины (№ 9024) с улучшенными техническими показателями, которой уплотнялись все разъемные стыки машин типа Т. Для новых машин большой мощности (Т-51, ОК-26 и др.) потребовалась температуростойкая вакуумная резина (при температурах фланцев до 100-105°C), которая могла формоваться в многоместных пресс-формах. Такая резина в 1952-1953 годах была создана НИИРП (марка ИРП-1015). Производство резины и ее поставку успешно осуществляли заводы резинотехнических изделий (Ленинград, Свердловск).

Сложной проблемой было создание для подшипников компрессоров специальной смазки, стойкой во фторсодержащей среде, не гигроскопичной, химически стабильной. Эту задачу успешно решили две организации: НИИ-42 Минхимпрома СССР (руководители — д-р техн. наук Б.А. Алексеев и канд. техн. наук Б.А. Рождественский), а также Уральский политехнический институт — УПИ (руководитель — д-р техн. наук И.Я. Постовский и канд. техн. наук Б.Н. Лундин). В НИИ-42 создана смазка, названная "Экстра", которую начали производить с 1948 года на заводе "Рулон". В УПИ создана более совершенная спецсмазка, названная "УПИ", и ее консистентная разновидность "КС".

За разработку и организацию промышленного производства спецсмазки в 1953 году присуждена Государственная премия СССР ученым — И.Я. Постовскому, Б.Н. Лундину, Б.А. Алексееву, Б.А. Рождественскому, а также организаторам произ-

водства — Б.П. Звереву, В.П. Эльскому, А.И. Соловьеву.

Не легкой задачей была разработка и организация промышленного производства самого рабочего продукта диффузионной технологии — гексафторида урана, который до возникновения этой технологии никем в промышленных масштабах не производился и не потреблялся. Здесь большие трудности возникли в получении чистого продукта с очень малыми примесями фторидов других химических элементов. В первоначальный период в этой работе отличился завод "Рулон", а с 1949 года — Кирово-Чепецкий завод (руководители — Я.Ф. Терещенко, Б.П. Зверев и В.П. Эльский). В создании фторной технологии большая работа была проведена Государственным институтом прикладной химии (ГИПХ) и НИИ органической химии и технологии.

Большое значение имела также разработка промышленной технологии уплотняющего материала для вакуумных клапанов и автоматических регуляторов (стойкого во фторной среде и названного тефлоном), из которого формовались уплотняющие кольца и изготавливались опоры подшипников регулирующих заслонок. На этот материал химически не действуют любые кислоты, а пластические свойства и малый коэффициент трения в настоящее время позволяют широко его использовать в отдельных отраслях промышленности. До создания промышленной диффузионной технологии тефлон в СССР не производился; он был известен как весьма заманчивый специальный материал, который умели производить в США.

Из конструктивных материалов необходимо указать также на освоение советскими заводами и НИИ Минцветмета СССР и Минчермета СССР производства высококачественной тонкой (порядка 0,1–0,15 мм) фольги из алюминиево-бериллиевой бронзы, из которой изготавливались надежные чувствительные мембраны для вакуумных приборов и автоматических регуляторов расхода и давления газообразного гексафторида урана, а также получение тонкого листа холодной прокатки из нихрома для герметичных перегородок электродвигателей.

До 1942 года проверка герметичности (вакуумной плотности) разъемных стыков, а также плотность многочисленных швов осуществлялись с помощью мыльной пены (по образующимся пузырям), которой умело смазывались стыкующиеся поверхности проверяемых вакуумных объемов, заполненных сухим азотом под давлением свыше 1 ат. В 1949 году на Урал поступили первые образцы гелиевых теческателей, изготовленных на заводе "Радист", по разработкам Московского вакуумного института — НИВИ (ныне носящего имя его организатора и руководителя

акад. С.А. Векшинского) совместно с Ленинградским НИИ радиоприема и акустики. В НИВИ (директор — С.А. Векшинский, главный инженер — М.И. Меньшиков) с 1947 года разработано несколько модификаций течеискателей типа "ПТИ", а также форвакуумных насосов, которые в дальнейшем нашли широкое применение в научно-исследовательских институтах и в отдельных отраслях промышленности, имеющих дело с вакуумом. За создание высокочувствительных гелиевых течеискателей их ведущие разработчики в 1951 году удостоены Государственной премии СССР (Векшинский, Меньшиков, Мейзеров, Игнатовский, Сокольский и др.)

Необходимой предпосылкой промышленного применения течеискателей было создание советской промышленной технологии получения гелия. Обе задачи решались одновременно. Советским ученым удалось успешно решить задачу, используя в качестве гелийсодержащего сырья некоторые месторождения природного газа в СССР. Большой вклад в решение этой задачи внесли ученые Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана ("способ МВТУ"), а также НИИхиммаша ("способ НИИхиммаша").

Среди разработок технических условий и методик получения металлического обогащенного урана и анализа его химического и изотопного составов следует отметить работы ВНИИ неорганических материалов, носящего ныне имя акад. А.А. Бочвара, разработок технических условий и технологии производства гексафторида урана — ВНИИ химической технологии. Разработку санитарных норм для работы персонала диффузионных заводов выполнил Институт биофизики Минздрава СССР.

Большой вклад в создание диффузионных заводов внес Ленинградский завод "Электросила". Им были разработаны и в короткие сроки поставлены на завод Д-1 мощные (до 2500 кВт) электромашинные преобразователи частоты переменного тока. Они применялись на всех диффузионных заводах, где разделительные машины имели компрессоры со скоростью вращения 6 тыс. и 12 тыс. об/мин.

Для непрерывной эксплуатации диффузионных заводов необходимо было обеспечить их бесперебойное электроснабжение. Прекращение электропитания каскадов и связанные с этим остановки компрессоров могут причинить огромный ущерб, снижая производительность завода. Остановки сопровождаются межмашинным перемешиванием газа, имеющего различное обогащение ^{235}U в каждой ступени, что потребует прекратить на какое-то время отбор конечного обогащенного продукта до тех пор, пока газовая система в каскадах не будет приведена в прежнее установившееся со-

стояние. На заводе Д-1 по проекту ГСПИ-11 совместно с "Электросилой" были смонтированы установки бесперебойного электропитания (УБП), включающие мощные аккумуляторные батареи и обратимые мотогенераторы на 50 и 100 Гц с комплексом устройств автоматики и средств защиты.

Большой вклад в разработку и обеспечение диффузионных заводов специальным оборудованием внес завод "Электросила" (главный инженер, он же начальник ОКБ — Д.В. Ефремов, его заместитель Б.Г. Комар, директор завода — А.Г. Мозалевский), а также Ленинградский завод "Электропулыт".

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАВОДОМ

При проектировании и строительстве первого (Д-1) и последующих диффузионных заводов технически весьма сложной и до этого времени практически нерешенной задачей было создание системы надежного контроля и дистанционного управления столь огромным и беспримечным технологическим комплексом, состоящим из многих тысяч взаимосвязанных единым газогидравлическим потоком вакуумных машин. Потребовались особые контрольно-измерительные приборы, которые нужно было вновь разработать и быстро освоить в серийном производстве. Таких приборов ни отечественная, ни зарубежная промышленность не производили, даже аналогов не было.

Условия эксплуатации приборов жесткие — агрессивная среда, пульсирующие давления газа, вакуумная герметичность, надежность и безотказность при непрерывной эксплуатации в течение нескольких лет. Отсюда предъявлялись и высокие требования к датчикам и контрольно-измерительным приборам: точность измерений не ниже 1%, максимальная простота обслуживания без индивидуальной настройки или корректировки при каждом замере, полная взаимозаменяемость датчиков и вторичных приборов.

В Лаборатории №2 в отделе И.К. Кикоина, под его научным руководством, ведущими научными сотрудниками (Е.М. Каменевым, Д.И. Воскобойником, М.Л. Райхманом и др.) с участием ленинградских проектировщиков (И.С. Бройдо и др.) в 1947 году были разработаны две базовые комплексные измерительные системы — по контролю вакуума и по контролю легких примесей в потоке рабочего газа — гексафторида урана. Для контроля вакуума применены мембранные реостатные датчики, а в качестве измерительного элемента — прибор МС (манометр сопротивления). Для

контроля легких примесей разработаны газоанализаторы, использующие кондуктометрические датчики (прибор ГП). Обе системы контроля оказались удачными, хотя и потребовали многих уточнений и корректировок в ходе эксплуатации их на заводе Д-1. В дальнейшем на их основе для последующих диффузионных заводов (Д-3, Д-4 и др.) создана более совершенная и высоконадежная контрольно-измерительная аппаратура.

К разработкам конструкций приборов и автоматических устройств были привлечены специализированные конструкторские организации и предприятия, созданы специальные КБ на ленинградских заводах "Красная Звезда" и "Электропульт". Поставку приборов и комплектующий их аппаратуры, щитов и пультов для дистанционного контроля и управления производства осуществляли ленинградские заводы "Красная Заря", "Электропульт" и "Электрощит".

Следует отметить, что весь процесс — от разработки до поставки оборудования и приборов — предполагалось осуществить в крайне сжатые сроки (полтора — два года), а объем поставок специальной приборной техники измерялся многими тысячами единиц.

Особо сложной в те годы оказалась задача создания аппаратуры и точных приборов для контроля главного показателя технологического процесса завода — изотопного состава урана как на промежуточных стадиях его обогащения ^{235}U , так и в конечном продукте. Без такого контроля, имеющего высокую точность измеряемых показателей, нельзя управлять диффузионным заводом и выдавать заказчику конечную продукцию.

К началу работ по проблеме разделения урана в нашей стране такой измерительной аппаратуры не имелось. Она никому и не требовалась.

В конце 1947 года на каскаде из 100 серийных машин ОК-7, смонтированных в Лаборатории №2 в отделе И.К. Кикоина, для изотопного анализа применялся "электрометрический" метод определения коэффициента обогащения в диффузионной ступени, разработанный сотрудниками лаборатории В.Х. Волковым и Д.И. Воскобойниковым.

Метод был основан на измерении α -активности образцов из закиси-оксида урана с помощью ионизационных камер, а регистрация ионных токов проводилась с помощью электрометров. Основной вклад в изменение α -активности вносило изменение концентрации ^{234}U , поэтому электрометрическим методом определялось обогащение по ^{234}U . Затем по теоретически выведенным формулам (Я.А. Смородинский, И.С. Израйлевич) оно пересчитывалось на обогащение по ^{235}U .

Впоследствии в ЦЗЛ завода метод был значительно усовершенствован (Т.Г. Кандель, И.С. Израйлевич) и до 80-х годов использовался при определении разделительной способности отдельных ступеней, не уступая по точности другим методам (но уступая по трудоемкости).

Параллельно в Сухумском физико-техническом институте велась разработка масс-спектрометра под руководством немецкого специалиста В.В. Шютце и советского инженера Н.А. Шеховцова (в дальнейшем доктора технических наук и директора Союзного научно-исследовательского института приборостроения — СНИИП). Конструкция измерительной камеры и методика измерений, предложенные разработчиками, оказались неудачными и были в значительной степени усовершенствованы в контрольно-аналитической лаборатории ЦЗЛ Уральского завода (Х.М. Назюковым, И.С. Израйлевичем), что позволило исключить систематическую погрешность, и метод ряд лет пользовался при анализе различных твердых соединений урана, пока он не был заменен более экспрессным и точным β -спектрометрическим методом, разработанным Ю.И. Щербиной в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова.

Небольшим преимуществом при анализе газовых проб гексафторида урана обладал масс-спектрометрический метод. Первый масс-спектрометр был установлен в ЦЗЛ завода в ноябре 1948 года и до августа 1949 года все масс-спектрометрические анализы выполнялись на единственном масс-спектрометре. После получения первых промышленных приборов типа МС-1 в 1949 году непосредственно на заводе Д-3 была создана масс-спектрометрическая экспресс-лаборатория. Два масс-спектрометра типа МС-1 промышленного изготовления (НИИ-160, Фрязино, и ИРПА, Ленинград) были установлены в производственном помещении, вблизи каскада диффузионных машин. От заданных точек к масс-спектрометрам были проведены газовые коммуникации, так что измерения выполнялись "на протоке" газа, поступающего из каскада.

В освоении масс-спектрометров на заводе начиная с 1949 года большое участие принимал один из основных разработчиков масс-спектрометра в Сухумском институте Н.А. Шеховцов, работники комбината А.Д. Глухов, А.Т. Кляшторный, В.И. Казаков, Б.Б. Лепорский и другие. В 1950 году Н.А. Шеховцов возглавил масс-спектрометрическую лабораторию ЦЗЛ. К концу 1951 года были осуществлены значительные усовершенствования конструкции прибора (МС-2), его аналитической и электронных частей, системы напуска проб и др. Существенные усовершенствования вносились и в последующие годы. Масс-

спектрометрический метод анализа изотопного состава утвердился на разделительных заводах как основной, наиболее отвечающий условиям эксплуатации. Н.А. Шеховцов с группой своих помощников из Сухумского института за разработку первого в СССР масс-спектрометра был удостоен Государственной премии СССР.

Третьим направлением решения задачи была разработка так называемого осколочного метода изотопного анализа урана в Ленинградском физико-техническом институте (Л.И. Русинов и В.Б. Черняев) на основе использования для этой цели радий-бериллиевого источника нейтронов (предложение акад. Г.Н. Флорова). Такая установка, названная УИ-4, была изготовлена в Ленинграде и поставлена в ЦЗЛ.

В мае-ноябре 1948 года все три типа аналитических устройств были использованы при пуске завода Д-1. Их показания несколько не совпадали друг с другом. Какому прибору верить? Решено было для перестраховки вести анализы всеми тремя методами и накапливать опыт.

СТРОГАЯ СИСТЕМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, ЕЕ СТРУКТУРА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Огромный материальный ущерб государству и драматические события, пережитые при сооружении, пуске и освоении эксплуатации первого диффузионного завода Д-1, научили многому. Была показана недопустимость передачи в серийное производство новых конструкций машин и комплектующих их отдельных узлов, непрошедших всестороннюю конструкторскую отработку и экспериментальную проверку на опытных образцах и установках, не принятых высококомпетентными межведомственными приемными комиссиями по всем параметрам в результате проведенных тщательных испытаний. Наспех проведенные заводские и комиссионные испытания машин ОК-7 и ОК-8, поставленные Горьковским машиностроительным заводом на первый диффузионный завод Д-1, привели к большим материальным затратам, затягиванию сроков и психологическим переживаниям сотен участников.

Из этого горького опыта уже в 1949 году были сделаны серьезные выводы. Разработана и утверждена Правительством для неуклонного выполнения строгая система и установлен жесткий порядок обеспечения контроля качества машин и аппаратуры. Они

полностью оправдали себя в дальнейшем развитии разделительной промышленности. Опыт применения этой системы поучителен и может быть рекомендован для применения и в некоторых других областях современного машиностроения. Правда, в настоящее время разработаны и строгие ГОСТы, которых в то время не было.

В чем заключается эта система? Каковы ее структура и содержание?

Первый этап: конструкторское бюро, получив четкое (или в вариантах) задание на разработку конструкции машины, составляет и обосновывает ее концепцию и технический проект, а также технологическое решение с участием ведущих технологов завода-изготовителя. На разных этапах разработки конструкций проводится обсуждение или экспертиза наиболее определяющих и ответственных решений.

Второй этап: помимо экспериментальных макетных образцов обязательно изготавливаются опытные образцы машин (несколько экземпляров) строго по чертежам, предназначенным для будущего серийного производства, с применением принятой для серии технологии.

Опытные образцы проходят сначала конструкторские (заводские) испытания, и если все в порядке, то главным конструктором предъявляются к приемным испытаниям Межведомственной приемной комиссии. Неудовлетворенность показателями или несоответствие хотя бы по одному параметру техническим требованиям дает основание прекратить приемные испытания и вынести вопрос для решения заказчика.

Решение о передаче в серийное производство принимается только по положительным результатам комплексных Приемных испытаний установочной партии (20-30 машин). Предварительно до предъявления Приемной комиссии проводятся детальные заводские испытания главным конструктором. По их результатам идет доработка конструкции и технологии, вносятся коррективы. Если по всем параметрам конструкция удовлетворяет техническим требованиям, она может предъявляться к приемным комиссионным испытаниям. Следует отметить, что Приемной комиссии предъявляются не только отчет о заводских испытаниях, но и вся чертежно-техническая рабочая документация (ЧТД), по которой изготовлена установочная партия, вместе с ведомостью разрешенных отклонений от нее. Эта ЧТД комплектуется в альбомы, которые шнуруются и скрепляются сургучной печатью. Если эти отклонения от представленных чертежей значительные, то Приемная комиссия решает — нужны ли будут испытания (дополнительные) машины в целом или только откорректированного узла. Таким

образом, за предъявление к приемным испытаниям установочной партии ответственны не только конструкторы, но и технологи завода-изготовителя.

Испытания машин, как правило, осуществляются при проектных и некоторых аварийных условиях, при полной или завышенной проектной нагрузке. Испытания на ресурс выполняются в течение нескольких тысяч часов. Машин и отдельные разъемы их при этом пломбируются. При обработке данных комиссия определяет не предельно достигнутые (случайные), а гарантированные показатели с учетом разбросов значений, замеренных при испытаниях.

Результаты приемных испытаний рассматриваются на заседании секции НТС Заказчика и им утверждаются. После этого Заказчик (в данном случае — ПГУ Совета Министров СССР) утверждает всю чертежно-техническую документацию на серийное производство новой машины.

Третий этап: все изменения рабочей чертежно-технической документации по сравнению с контрольной (комиссионной) ЧТД могут вводиться в производство лишь после утверждения Заказчиком, в случае необходимости — после консультации с Председателем Приемной комиссии. Приемка всей серийно изготавливаемой продукции, после ОТК завода, до отправки Заказчику проводится специальными представителями Контрольно-приемочной инспекции заказчика (по типу строгой приемки военной продукции).

Таковы основные этапы применяемой многие годы системы, обеспечивающей высокое качество диффузионных машин, их запорной и регулирующей аппаратуры. Строгое соблюдение этой системы позволило обеспечить высокую надежность советских диффузионных машин при непрерывной круглосуточной их эксплуатации. Например, такие машины, как Т-47, Т-49, Т-51, ОК-30, Т-56, не потребовали даже текущего ремонта в течение пяти-семи лет их круглосуточной работы. Это относится и к пористым фильтрам.

В 1949 году Приемная комиссия была реорганизована. Председателем ее стал начальник Лаборатории №2 из подразделения И.К. Кикоина, инженер-физик Д.Л. Симоненко, человек принципиальный, с твердым характером, обладающий широким кругозором и большим опытом в проведении экспериментальных работ. В состав Приемной комиссии включены от обоих ОКБ главные конструкторы и их заместители, опытные ведущие инженеры, а также представители Заказчика и заводов-изготовителей. В формирование персонального состава заложен принцип высокой профессиональной квалификации и объективности поведения ее членов,

не взирая на узковедомственные или заводские интересы. Разработаны и утверждены подробные Программы испытаний. Измерение показателей при испытаниях параллельно и одновременно ведется пятью членами комиссии, что подчас создает разброс замеренных по приборам показателей, разноречия в их оценке и жаркие споры в интересах объективной истины и высокой ответственности.

Очень характерно это показано в стихотворном очерке "Комиссионная бодяга", написанном в то время одним из активнейших членов Приемной комиссии, а с 1955 года ее Председателем, заместителем научного руководителя по проблеме, будущим академиком М.Д. Миллионщиковым, с изменениями и вставками, внесенными в текст также другими участниками "бодяги".

КОМИССИОННАЯ БОДЯГА

С утра тянулось обсужденье,
Был на исходе час восьмой.
Вначале близки были мнения,
Но дальше — больше, —
Боже мой!

Уже достигли разговоры
Принципиальной высоты,
Смешались в кучу все зазоры
И радиальные люфты.

Дым бьется в окна синей птицей,
Стоит столбом над головой,
Прически дыбом, красны лица —
Кричат все разом, шум и вой!

Один мудрец в очках вешает:
"Соосность — миф!" Мудрец другой
Воды расходом потрясает,
Качает лысой головой.

Вот в бой вступает самый смелый,
В боях словесных полыселый,
Невозмутимый, как удав;
"Скажи-ка мне, мой верный рыцарь,

Была ли холодна вода?"
И рыцарь, посмотрев на лица,
Отвечает: "Конечно, да!"

Лишь обалделый председатель
Сидит и пишет протокол,
Что за комиссия, создатель?

И кто меня сюда завел!
Но вот подписывать собралась
Комиссия уже готовый акт,
И моментально поругалась —
Заспорила: так и не так.
И тащат замечаний ворох,
И изменений целый рой...
Все воспламеняются, как порох,
И вновь словесный начат бой!!!

Совсем иная обстановка была на заседаниях секции №2 по разделению изотопов научно-технического совета Первого управления. Там спокойно, но демократично и ответственно, без ненужных эмоций, подробно рассматривались вопросы приемных испытаний новых машин, неудачи и достижения. Этому в значительной мере способствовал строгий, но демократичный стиль ее Председателя В.А. Малышева (заместителя Председателя Совета Министров СССР). В.А. Малышев обычно проводил заседания увлеченно, но деловито и строго. По сложным вопросам он терпеливо выслушивал мнение всех членов секции независимо от рангов. При всей своей занятости и больших заботах в подчиненных ему министерствах и Совете Министров СССР В.А. Малышев всегда находил время для проведения заседаний секции (один-два раза в квартал), для обычно неторопливого обсуждения рассматривавшихся проектов новых машин, результатов их испытаний, хода важнейших экспериментов и исследований.

"Здесь (на обсуждении в секции) я чувствую себя настоящим инженером", — не раз говорил он в беседе с нами, членами секции, в перерывах заседаний, которые иногда длились по 4-5 часов.

В 1946-1952 годах состав секции (первоначально утвержденный Советом Министров СССР) состоял из следующих специалистов:

В последующие годы этот состав изменялся, но научно-техническая секция все годы (и до настоящего времени) сохраняла свой высокий статус как самый авторитетный научно-технический орган, ответственный за рекомендации, обеспечивающие прогрессивное развитие и непрерывное совершенствование советской промышленности, производящей обогащенный уран для оборонных целей (до 1990 года) и для развивающейся ядерной энергетики.

Мальшев В.А.	Председатель секции
Кикоин И.К.	Заместитель председателя
Денисов Д.Н.	Ученый секретарь секции
Поздняков Б.С.	Ученый секретарь НТС ПГУ
Зверев А.Д.	Начальник управления ПГУ
Елян А.С.	Директор ГМЗ и начальник ОКБ ГМЗ
Синев Н.М.	Главный конструктор и начальник ОКБ ЛКЗ
Соболев С.Л.	Заместитель директора Лаборатории №2 АН СССР, академик
Миллионщиков М.Д.	Заместитель научного руководителя проблемы, Председатель Приемной комиссии (с 1955 года)
Симоненко Д.Л.	Председатель Приемной комиссии (1949-1954)
Аркин Э.-С.А.	Заместитель главного конструктора ОКБ ЛКЗ
Гордеев В.Ф.	Начальник производственно-технического отдела Управления ПГУ
Якутович М.В.	Заместитель директора по науке Уральского диффузионного завода (с 1949 года)
Поликовский В.И.	Директор Центрального института авиамоторостроения, Председатель Приемной комиссии (1946-1949 года), членом секции состоял с 1950 года

ПЕРЕХОД ССР ОТ ГАЗОДИФФУЗИОННОГО МЕТОДА К ВЫСОКОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРА- СКОРОСТНЫХ ЦЕНТРИФУГ. РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ РАБОТАЮТ ТОЛЬКО НА ЭНЕРГЕТИКУ

Со времени вышеописанных событий, о которых здесь рассказывается впервые, прошло более 40 лет. В невероятно короткие сроки (три-четыре года), преодолев невероятные трудности, советская страна во имя защиты мирной жизни успешно решила одну из главных стратегических задач в создании своего ядерного щита — освоила сложнейшую промышленную технологию получения высокообогащенного урана для атомного оружия. Первые килограммы драгоценного материала были получены в 1949 году (на четыре года позже США) на первом газодиффузионном заводе Д-1, построенном на Урале. Созданная на этом взрывчатом материале атомная бомба была впервые успешно испытана на полигоне в СССР в 1951 году, т.е. спустя два года после испытания первой советской атомной бомбы, выполненной на плутонии (1949 год), произведенном также на Урале. С тех пор на основе новых достижений и изобретательства в научных исследованиях, инженерных разработках и технологии мощности разделительных заводов ура-

новой промышленности в СССР многократно возросли. В настоящее время СССР с избытком обеспечивает потребности в обогащенном уране как своей развивающейся ядерной энергетики, так и ядерной энергетики стран — членов СЭВ, на что в основном используется уран слабого (до 5%) обогащения. С 1973 года по коммерческим договорам СССР оказывает также некоторым капиталистическим странам услуги по обогащению урана, который используется ими для производства ядерного топлива для АЭС.

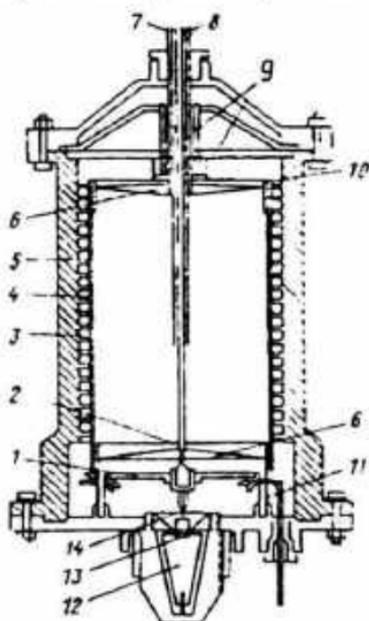
По решению советского правительства в СССР с 1989 года прекращено дальнейшее производство высокообогащенного урана для атомного оружия. Все созданные мощности разделительных заводов страны переключены на ядерную энергетику.

Первые советские диффузионные заводы, отслужившие свой век, ныне остановлены и демонтированы: на их месте сооружены новые производства. Созданная в свое время уникальная техника диффузионных заводов рассекречена и в настоящее время в определенной степени используется в различных отраслях народного хозяйства.

Применение обогащенного урана как основного вида ядерного топлива для развивающейся ядерной энергетики потребовало форсированного изучения и разработки новых более экономичных по сравнению с газовой диффузией методов обогащения урана. Таким оказался метод, использующий в качестве разделительной ступени высокоскоростные центрифуги. Принцип их работы заключается в следующем (рис. 17): в цилиндрическом роторе центрифуги, заполненном газообразным гексафторидом урана, в условиях вакуума под действием больших центробежных сил при окружных скоростях свыше 400 м/с происходит значительное радиальное сепарирование

Рис. 17. Центрифуга, запатентованная в 1957 году фирмой "Дегусса", ФРГ:

- 1 — нижняя крышка; 2 — диафрагма;
- 3 — винтовые пазы; 4 — ротор; 5 — корпус;
- 6 — отборные трубки; 7 — трубка питания;
- 8 — трубка отбора и отвала; 9 — магнитное тело;
- 10 — верхняя крышка ротора;
- 11 — двигатель; 12 — демпфер;
- 13 — подпятник; 14 — опорная игла



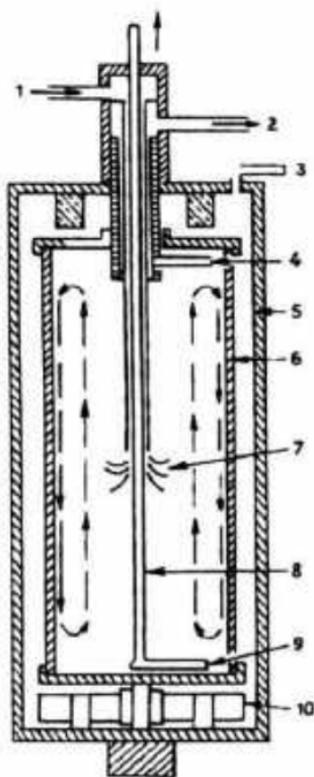


Рис. 18. Схема процесса обогащения UF_6 в центрифугах фирмы "Юренко", Западная Европа: 1 — ввод необогащенного UF_6 ; 2 — отбор обогащенного UF_6 ; 3 — к вакуумной системе; 4 — обогащенный UF_6 ; 5 — корпус; 6 — ротор; 7 — питание UF_6 ; 8 — трубка; 9 — обедненный UF_6 ; 10 — электропривод.

молекул газа, имеющих различие по массам (рис. 18). Вблизи оси вращающегося с большой скоростью ротора газ обогащается более легкими молекулами, т.е. имеющими повышенную концентрацию легких изотопов ^{235}U , а на периферии, у внутренних стенок цилиндрического ротора, гексафторид урана обогащается тяжелыми молекулами, т.е. имеющими повышенную концентрацию тяжелых изотопов ^{238}U , и обедняется легкими. Возбуждаемая в роторе осевая циркуляция газа умножает эффект радиального обогащения пропорционально длине ротора, а обогащенный и обедненный газ (отбор и отвал) выводятся

из центрифуги и собираются в коллекторах или передаются в соседние ступени каскада. Все это происходит при непрерывной подаче (питании) свежего гексафторида урана, вводимого во внутрь ротора.

По сравнению с газодиффузионным методом центрифужный метод позволили в 20–30 раз уменьшить удельный расход электроэнергии на единицу разделительной работы; повысить в десятки раз коэффициент разделения в одной ступени и тем самым в сотни раз уменьшить необходимое количество ступеней, чтобы получить заданную величину обогащения урана; при центрифужной технологии по сравнению с диффузионной в сотни раз снижается газовое заполнение ступеней. С учетом незначительного массового расхода газа через одну машину центрифужные ступени в каскадах комплектуются из необходимого числа параллельно соединенных машин.

Конструкция центрифуги и технология ее изготовления совершенно отличны от газодиффузионной машины. Экономическая эффективность современных центрифуг, их безопасность и долговечность в эксплуатации существенно зависят от применяемых конструкционных материалов, их высокой удельной прочности и точ-

ности изготовления и сборки в условиях массового производства.

Проблема промышленного освоения нового высокоэкономичного и технически прогрессивного центрифужного метода обогащения была решена в СССР раньше, чем в других промышленно развитых странах.

Разработка советской конструкции промышленной газовой центрифуги, пригодной для массового производства, постановлением Правительства в 1952 году была поручена Ленинградскому ОКБ, возглавляемому главным конструктором Н.М. Синевым. Вначале за основу разработок в ОКБ была принята схема центрифуги, по которой ряд лет проводились лабораторные исследования в Сухумском физико-техническом институте под руководством немецкого ученого д-ра Макса Штеенбека. С этой целью в конце 1952 года Штеенбек вместе с двумя его немецкими помощниками (Циппе и Шеффелем) и несколькими советскими специалистами, включая начальника лаборатории инж. А.С. Вознюка, был переведен из Сухуми в Ленинград. Вскоре ОКБ была показана полная неотработанность сухумской конструкции центрифуги и бесперспективность ее для промышленного применения.

Работы по центрифуге М. Штеенбека были в 1953 году полностью прекращены, а он вместе с двумя помощниками переведен в Киев для работы в НИИ АН УССР по открытой тематике, откуда в 1956 году они были репатриированы в Германию.

Из предложенной М. Штеенбеком центрифуги в советскую оригинальную конструкцию был взят только узел опорой иглы, на которой вращается подобно "волчку" ротор, что исключило сложнейшую проблему создания высокооборотных подшипников. Все остальное в конструкции советской центрифуги решено по-иному.

Представляют интерес некоторые личные высказывания М. Штеенбека о роли конструкторов ленинградского ОКБ в работах по центрифугам в его книге-воспоминании о жизни в СССР, изданной в 1978 год в Берлине* ,*2.

... "Осенью 1952 года мы получили извещение о нашем переводе в Ленинград... В конце 1953 года группа советских сотрудников нашла оригинальное решение проблемы, оставшейся открытой еще со времен Сухуми. Речь идет об оптимальном методе соединения отдельных газовых центрифуг в один каскад.

Раньше о таком элегантном решении мы с фон-Энгелем сказали бы с известной долей самоиронии: "Идея, достойная того, чтобы исходить от нас". Но мне оно в голову не пришло, я предлагал

* Штеенбек М. *Путь к прозрению/Пер. с нем. М.: Наука, 1988.*

*2 *Макс Штеенбек умер в ГДР в 1981 г. (1904-1981 гг.)*

вести усовершенствование в другом направлении... (стр. 212).

Мои новые советские сотрудники были исключительно способными, добросовестными работниками, начиненными критическими, но всегда полными смысла вопросами, т.е. во всех отношениях именно то, о чем я только мог мечтать (стр. 213).

Моя работа над центрифугами закончилась в Ленинграде. Вместе с несколькими сотрудниками из Сухуми я передал наш опыт группе поднаторевших в производстве физиков, математиков и конструкторов, которые вскоре, используя собственные идеи в области технического применения, оставили позади наши результаты. Как здесь пошла дела дальше, когда я отошел от этих исследований, мне неизвестно... (стр. 180)

...Как это ни странно, но именно успешная работа этого коллектива стала причиной одного из самых глубоких кризисов, которые мне когда-либо приходилось переживать. Наступает момент, когда ты осознаешь, что твои ученики переросли тебя и ты сам становишься лишним" (стр. 220).

Однако, пребывая в течение полутора лет (с осени 1952 по 1954 год) в составе ленинградского ОКБ, немецкие специалисты имели свободный доступ ко всем работам ОКБ по центрифугам, знали их.

Сразу после возвращения из СССР предприимчивый и энергичный механик Гернот Циппе через известную в ФРГ фирму "Дагусса" патентует на Западе не принадлежащее ему и его двум коллегам советское изобретение на хорошо знакомую и запомнившуюся ему очень простую конструкцию короткой докритической центрифуги, разработанную ОКБ в 1953 году. Потом в своих выступлениях в ФРГ Циппе объяснил, что он якобы получил на это согласие советской стороны. Но это — неправда. Так появился в 1957 году патент № 1071597, заявленный в 13 странах на "центрифугу Циппе". Прогрессивные конструктивные принципы, заложенные в советской конструкции и в основном отраженные в так называемой центрифуге Циппе, по выражению проф. В. Гроота* явились "новым аспектом центрифуги", оказали, по отзывам авторитетных западных ученых (В. Гроота, Киктмейстера и др.), решающее и положительное влияние на энергичное возобновление уже много лет прерванных ("как неперспективных") работ по центрифугам, но теперь уже на новой — реальной и перспективной — основе. Три страны ФРГ, Нидерланды, Великобритания, создавшие научно-про-

* *Groth W. Gaszentrifugenanlagen für Anreicherung von Uran-235. Naturwissenschaften. 1973. Bd 60, N/ 2, S/ 57-64*

мышленное объединение "Юренко", развернули секретные разработки и исследования и в 1972 году (т.е. спустя 15 лет после опубликования центрифуги Циппе) ввели в эксплуатацию высокотехнологические опытные установки, а через семь-девять лет, твердо убедившись в успехе новой технологии, ввели в эксплуатацию первые очереди трех своих промышленных центрифужных заводов в Алмело, Кейпенхерсте, Гронау, используя как базу простую принципиальную схему советской конструкции центрифуги, ставшую известной как "патент Циппе". Ныне наращивает мощности своего центрифужного завода и Япония.

Конечно, современные центрифуги существенно отличаются от своего прообразца 1953 год., но заложенный в них хороший конструктивный "генетический код" обеспечивает им высокое качество и прогрессирующие технические и экономические показатели.

Узнав о плагиате, тогдашнее руководство советского атомного ведомства решило на эту информацию никак не реагировать — смолчать, чтобы не давать повода и каких-либо подозрений, что в СССР проводятся работы по новому прогрессивному методу обогащения урана. Пусть все считают, что СССР в числе четырех стран мира по-прежнему владеет только неэкономичным газодиффузионным методом. Такой ценой, действительно, удалось в течение более 30 лет скрывать информацию о промышленном развитии в СССР новой экономической технологии в производстве обогащенного урана.

Научные заслуги крупного немецкого ученого физика Макса Штеенбека, проработавшего в Советском Союзе десять лет (1945-1956 года), отмечены большой правительственной премией и избранием (в 1966 году) его иностранным членом Академии наук СССР.

Должное отдано и Герноту Циппе. При его чествовании в ноябре 1986 года в Бонне, на собрании Германского ядерного общества (*KTG*), лжеизобретатель Г. Циппе был назван "одним из отцов" центрифужного производства обогащенного урана в Западной Европе*. Ему присвоено звание Почетного члена Общества. Работы, проведенные Циппе и его коллегами в СССР, оценены как база технического и коммерческого успеха фирмы "Юренко". Отмечен и торный путь "изобретателя" от основной идеи до ее индустриального воплощения. Большую роль в защите нового аспекта центрифуги имел контракт Г. Циппе, заключенный им в 1958 году с Комиссией по атомной энергии

* *Nuclear Europe. 1987. N 1-2. P. 48*

США (за 1 млн дол.). На двух опытных образцах центрифуг, изготовленных в ФРГ по его патенту, Г. Циппе показал принципиальную простоту, работоспособность и перспективность конструкции. Это имело большое значение для дальнейшего развития центрифужной технологии фирмы "Юренко".

Специалистами ОКБ предложена*² разработанная ими оригинальная*³, перспективная для дальнейшего совершенствования и доступная для массового промышленного производства собственная конструкция ультрацентрифуги. Руководством ПГУ конструкция центрифуги ОКБ была детально рассмотрена и одобрена.

С конца 1954 года к исследованиям по разрабатываемой ОКБ центрифуге была привлечена лаборатория, руководимая И.К. Кикоиным, Института атомной энергии. В 1957 году на Урале был введен в эксплуатацию первый опытный завод, состоящий из 3500 центрифуг конструкции ОКБ. Успешные итоги почти двухлетней эксплуатации опытного завода в 1959 году были рассмотрены на заседании научно-технического совета ПГУ под председательством И.В. Курчатова. По докладам научного руководителя (И.К. Кикоина) и главного конструктора центрифуги (Н.М. Синева) НТС отметил как выдающееся отечественное достижение успешное промышленное освоение нового метода разделения изотопов урана с применением надежных и высокоскоростных центрифуг, разработанных ОКБ. В 1959 году приступили к ускоренной организации массового промышленного производства центрифуг. Первая крупная промышленная установка для получения обогащенного урана была введена в эксплуатацию в конце 1959 года. На ней были проверены новые конструктивные, проектные и технологические решения. Первый большой промышленный центрифужный завод СССР был введен в эксплуатацию тремя очередями (модулями) в 1962-1964 годах.

Современные конструкции газовых центрифуг существенно отличаются от первых разработок и располагают потенциалом для дальнейшего прогрессивного развития. Они могут непрерывно работать (без каких-либо ремонтов) в течение 15 лет с уровнем отказов, не превышающим десятых долей процента в год. Отечественные центрифужные заводы в настоящее время составляют основную часть разделительных мощностей СССР.

*² Письмо главного конструктора ОКБ Н.М. Синева на имя В.А. Малышева и А.П. Завенягина от 20 апреля 1953 г.

*³ Авторское свидетельство № 23286 с приоритетом 20 апреля 1953 г., выданное Н.М. Синева, Х.А. Муриinsonу, Э.-С.А. Аркину, Г.В. Кудрявцеву, И.К. Кикоину, В.И. Сергееву, П.Ф. Василевскому, И.Б. Старобину, А.С. Вознюку.

Проводятся дальнейшие исследования и разработки по совершенствованию центрифужной технологии, которая успешно применяется и для разделения стабильных изотопов (железа, вольфрама, серы и др.).

С задержкой на 15-20 лет после СССР центробежный (центрифужный) метод обогащения урана получил промышленное развитие также в четырех индустриальных странах: ФРГ, Нидерландах, Великобритании и Японии, где в 1979-1986 годах построены первые промышленные заводы пока сравнительно небольшой разделительной мощности. В этих странах достигнуты высокие технические и разделительные показатели центрифуг и ведутся непрерывные работы по их совершенствованию. Усилия направлены на получение все большей экономичности процесса изотопного обогащения урана в центрифугах с тем, чтобы урановое топливо для ядерной энергетики было более дешевым и эффективным.

В настоящее время СССР располагает передовой технологией обогащения урана, экономические показатели которой не уступают достигнутому мировому уровню.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ КОНСТРУКТОРА

(интервью журналу «Техника-молодежи»)

В 1973 году популярнейший журнал «Техника-молодежи» провел дискуссию о методах научно-технического творчества. Обсуждались, в том числе, и секреты удачи творческих коллективов. Корреспондент «ТМ» Герман Смирнов пригласил Н.М. Синева принять участие в дискуссии и задал ему несколько вопросов.

Составители данной книги сочли, что мысли Н.М. Синева о принципах конструкторской деятельности не потеряли актуальности и сегодня.

Г.С. — Сейчас много пишут о необходимости широкого внедрения новых изобретений. Поскольку большинство изделий, выпускаемых промышленностью, есть плод конструкторского труда, хотелось бы знать, какое место занимает изобретательство в работе современного конструктора?

Н.С. — Главная цель конструктора — не изобретательство, а решение поставленной перед ним практической задачи. Если она удачно решается уже известными методами, если хорошо проверенные, апробированные опытом узлы и детали позволяют удовлетворить всем требованиям, то изобретательство ради изобретательства, новое ради нового может принести лишь вред. В конструкторской работе вовсе не нужно придумывать все заново. В ней надо изобретать только то, без чего нельзя решить задачу. Конструируя новый механизм, незачем делать по-своему все болты и гайки. Надо взять максимум уже освоенного производством и необходимый минимум вновь изобретенного.

Я не хочу сказать, что болты и гайки нечто второстепенное, маловажное. Вовсе нет! Если новое качество будущей машины оказывается недостижимым с помощью обычных болтов и гаек, то эти, казалось бы простые детали сами могут стать объектом изобретательского творчества.

Г.С. — Считаете ли Вы, что конструктор должен брать авторские свидетельства на свои изобретения?

Н.С. — До 1953 года я не брал авторских свидетельств и даже считал это чем-то зазорным. Не пристало, мол, конструктору, работающему в коллективе, выпячивать себя. Но потом я понял, что поступал неправильно. Ведь всегда должен кто-то, как говорится, первым сказать «а». Потом в процессе работы к этому незатейливому, но существенному началу добавятся новые буквы и слоги. И вот, глядишь, идея уже заговорила вполне производственным языком. Важно все-таки, чтобы кто-то первым сказал «а».

Г.С. — *Но обязательно ли главный конструктор должен быть изобретателем? Если нет, тогда в чем состоит его основная задача?*

Н.С. — Первая обязанность главного конструктора — правильно поставить практическую задачу. Сколько блестящих технических идей погибло оттого, что их авторы не сумели правильно оценить масштаб трудностей, встающих на пути к реализации замысла! Искусство превращать новую идею в практическую задачу — это умение отделить выполнимое от того, что может лишь затормозить дело. Если бы, например, в 30-40-х годах от конструкторов потребовали бы турбореактивный двигатель с моторесурсом в несколько тысяч часов, никакой реактивной авиации не появилось бы. Успеха добились те, кто ограничился несколькими сотнями часов, ибо в технике надо уметь не столько прыгать, сколько ходить вверх по лестнице.

Или другой пример. Конструкторы, которые 35 лет назад в погоне за высокой экономичностью взялись проектировать газовую турбину с начальной температурой 1500°C , лишь намучились с охлаждением лопаток и ничего не сделали. Зато те, которые разумно пошли на снижение коэффициента полезного действия и понизили начальную температуру до 700°C , создали знаменитые двигатели, положившие начало реактивной авиации.

Вот такого сорта проблемы должен уметь решать главный конструктор. Искусство превращать идею в практическую задачу — редкий дар, ибо надо иметь большой опыт и много знать, чтобы увидеть трудности. Из ясного понимания задачи вытекает другая обязанность главного конструктора: он должен уметь работать с коллективом, уметь заражать людей своим пониманием и энтузиазмом, уметь поставить нужного человека на нужное место.

Г.С. — *В какой степени успех дела зависит от работников, составляющих конструкторский коллектив?*

Н.С. — Техника — это железная иерархия умов, знаний, интуиции, таланта. В нашем бюро было десять, ну двадцать конструкторов, работа которых определяла лицо коллектива. Убери их — и бюро окажется впотьмах. Каждый из них — дирижер в своем оркестре, человек, которому порой невозможно найти достойную замену. Такое созвездие конструкторов подбирается годами неус-

танного труда и творчества. Я всегда давал убедиться в этом тем рядовым работникам, которые считали, что им не дают развернуться на серьезном задании, не дают себя показать, а заставляют годами заниматься отработкой какого-нибудь одного узла. Я охотно поручал таким людям серьезное дело и требовал его в плановый срок. И чаще всего они сами убеждались в том, как трудно выполнить то, что со стороны казалось им простым и легко достижимым.

Г.С. Каковы взаимоотношения между конструкторским творчеством и наукой в современной технике?

Н.С. — Не берусь говорить за всех, сошлюсь лишь на личный опыт. В 30-х годах, занимаясь разработкой паровой турбины для авиации, мы тесно сотрудничали с учеными, известными специалистами по теплопередаче М. Кирпичевым и М. Михеевым. И это сотрудничество оказалось очень плодотворным. Я всегда стремился, опираясь на сильный коллектив экспериментаторов и расчетчиков, среди которых математики и физики играли ведущую роль, ставить работу конструктора на научную основу.

Г.С. В чем Вы видите особенность подхода конструктора к стоящим перед ним задачам?

Н.С. — В точности и реалистичности оценок. Я, например, не понимаю слов «лучше», «хуже», «недостаточно». Если лучше, то на сколько? Как это улучшение оценить, выразить цифрой? Стремление к точности свойственно, по-видимому, большинству конструкторов.

Есть немало людей, желающих творить, но не желающих отвечать за свое творчество. Когда человек знает, что по его чертежу никто ничего делать не будет, он смело вписывает супермощные машины в суперминиатюрные габариты. Но если знаешь, что по чертежу предстоит работать, тогда не можешь брать размеры «с полтолка». Все просчитываешь, семь раз себя проверяешь, прежде чем попишешь чертеж.

Образцом дисциплины технического воображения может служить творчество В. Шухова. Этот выдающийся инженер первым поставил задачу создания оптимальных конструкций — таких, в которых трудно что-нибудь изменить и которые требуют для своего воплощения минимальных затрат труда. Шухов создал своеобразную подставку для радиолуча — знаменитую башню на Шаболовке в Москве. Он же разработал метод сборки строительных сооружений из готовых деталей.

Шухов работал в первой четверти нашего века. И хотя капиталы современной индустрии сталкиваются с неизмеримо более сложными задачами, в своих решениях они часто следуют великолепным приемам Шухова — конструктора и академика.

ВОСПОМИНАНИЯ

МОЙ СТАРШИЙ БРАТ

Зоя Михайловна Синёва

С началом перестройки вошло у нас в моду ругать прошлое. Все подряд, без разбора и меры. Словно ничего хорошего за годы советской власти и не было вовсе. Но ведь это не так.

Да, было и плохое, что никто ныне не скрывает и не приукрашивает. Но все же мне кажется, что тогда в жизни простых людей случилось куда больше хорошего.

Сколько, к примеру, крестьян, которые раньше и мечтать не могли, получили высшее образование. Стали крупными специалистами, учеными. Биография моего старшего брата, Николая Михайловича, лишнее тому подтверждение.

Он родился 10 декабря 1906 года в бедной крестьянской семье в глухой деревушке Высокое километрах в двадцати от Ржева. Отец, Михаил Андреевич Синев, еле-еле мог читать и писать. А, мать, Дарья Александровна (в девичестве Сазонова), была абсолютно неграмотной.

Ей приходилось несладко в семье свекра. Семья была многодетная, шумная, а сама свекровь только что родила. И все — в одной избе. После рождения Николая Дарья сказала мужу, что при первой возможности обязательно уйдет от свекра жить в другое место.

Так оно вскоре и случилось, что в те времена казалось невероятным, просто героическим поступком. Она была мужественной и решительной женщиной.

В 1907 году вместе с мужем и сыном мама перебралась к своему отцу в деревню Домахи на Смоленщине. В родной семье почувствовала себя спокойнее и надежнее. Позже родила и Евдокию, и Германа, и меня.

Она, неграмотная крестьянка, страстно хотела, чтобы ее дети учились, стали образованными людьми. И делала для этого все возможное. Нередко шла наперекор тогдашним традициям и нравам.

Именно мама настояла отдать Николая в двухлетнюю церковно-приходскую школу, что находилась в соседней деревне. И брат

ходил в нее ежедневно, в любую погоду. Туда и обратно километра четыре, не меньше.

Он хотел учиться и дальше, но никакой другой школы поблизости не было. Да и все родственники, соседи отговаривали. Мол, пора уже работать, а не книжки зря читать.

Только мама стояла стеной за Николая. Она сумела всех уговорить, убедить, что просто необходимо отправить сына в далекую и большую деревню, туда, где была восьмилетка, и где он смог бы продолжить учебу.

Вскоре она проводила его в Сычевку и пристроила на жительство в семью священника. Николай должен был помогать по хозяйству и заниматься с младшим сыном, за что его кормили обедом. Позже он оказался в детском доме и прожил там несколько лет.

В 1915 году отца забрали в армию и отправили на фронт. Больше о его судьбе ничего не было известно. Жив ли он или убит?.. Никакой весточки ни от кого. Ни от него самого, ни от властей. В то время у них уже было двое детей.

Мама постоянно молилась за мужа. Ездил по святым местам, в знаменитые церкви Сергиева Посада и Петрограда (кстати, там она оказалась в 17-ом году, в самый разгар революционных событий). В надежде возвращалась домой, но его не было, как и прежде.

В деревне уже никто не надеялся, что ее муж жив и вернется. Ведь прошло немало лет, как он ушел воевать. Только мама верила — и молилась, молилась, молилась за него.

И он вернулся четыре года спустя. Нежданно-негаданно для всех, но не для мамы, вернулся в 19-ом из германского плена. После долгой разлуки семья вновь собралась в полном составе.

К тому времени Николай уже стал довольно известной и популярной личностью в восьмилетке. Отлично успевал по всем предметам. Был активным пионером и занимался общественной работой.

Он писал заметки в уездную прессу. Очень хорошо рисовал и оформлял классные газеты. Лихо играл на гармонии и замечательно пел в школьной самодеятельности. На вечерах наизусть читал стихи русских поэтов.

У него была исключительная память. Да и вообще природа, как говорится, ничем его не обделила. Он подросток и превратился в очень талантливого и разностороннего человека.

Сразу же после окончания восьмилетки Николая взяли на высокую должность. В шестнадцать он стал секретарем Сычевского сельсовета. Ему выдали наган для самообороны и лошадь для деловых разъездов по уезду.

А спустя два года его выбрали в уездный комитет комсомола

ответственным за работу с пионерами. Он начал писать крупные статьи в центральную прессу и со временем стал внештатным корреспондентом самой «Комсомольской правды».

Тогда же он написал и издал свою первую книжку. Она называлась «Методы и практика пионерской работы». Успехи его были, так сказать, налицо.

И все же. Куда больше, чем общественная работа, Николая привлекала и интересовала техника, наука. Он мечтал получить высшее образование и стать инженером, конструктором, ученым.

Но из уездного комитета комсомола на учебу в столицу его долго и упорно не отпускали. Наверное, не хотели терять ценного работника. А может быть, просто из зависти. Не знаю.

Во всяком случае, когда через несколько лет его все-таки отпустили, то сделали это как-то не по-дружески, не по-человечески. Уволили Николая без выходного пособия. И у него не оказалось ни копейки на билет до Москвы.

Пришлось заняться изготовлением древесного угля и его продажей на рынке в Ржеве, дабы раздобыть позарез нужные деньги. Он их честно заработал и уехал за высшим образованием в столицу.

Там у нас не было ни даже дальних-предальных родственников, ни просто знакомых. Жить негде. Пока сдавал вступительные экзамены, ночевал как внештатный корреспондент в редакции «Комсомольской правды».

Как бы то ни было, но Николай все успешно сдал. В 1927 году стал студентом Московского высшего технического училища имени Баумана, одного из лучших вузов страны. Начался новый, самый интересный и продуктивный период в его жизни.

И снова он много учился. И снова занимался общественной работой в студенческой комсомольской организации. Был редактором институтской многотиражки «Бауманец».

Стипендия, естественно, маленькая. Так что одновременно приходилось и подрабатывать, где и кем придется. Иногда скудный бюджет дополняли гонорары за заметки в «Комсомольской правде» и других газетах.

А в каникулы Николай обязательно хоть ненадолго, но приезжал домой, в деревню. Это было целое событие. Ведь мы очень его любили и уважали. Гордились им. Особенно, конечно же, мама.

Каждый его приезд становился настоящим праздником с песнями под гармонь, со стихами, со смешными рисунками. С собой он обязательно привозил что-то радостное, неожиданное для всех. Хочу сказать, что из своих скудных «доходов» Коля всегда ухитрялся оказывать нам и материальную поддержку.

Я, тогда совсем еще маленькая, запомнила на всю жизнь, на-

пример, детекторный приемник. Он казался мне в те далекие времена чем-то нереальным, сверхъестественным.

И старший брат тоже мне казался необыкновенным, фантастическим человеком, который знает и может все на свете. Я его просто боготворила...

В 1932 году Николай успешно закончил МВТУ имени Баумана по специальности паровые турбины. Его распределили в Институт гражданского воздушного флота и дали место в общежитии на тогдашней столичной окраине, в Тушино.

Вскоре Николаю удалось выписать в Москву и всю семью: отца, мать, брата Германа и меня — младшую в семье. Жизнь устроивалась как нельзя лучше. Однако вскоре так случилось, что на несколько десятилетий он уехал из Москвы. А началось все с длительной командировки в Ленинград.

Как турбиниста его послали «на разведку» на знаменитый Путиловский завод (позже он стал называться Кировским). Там группа энтузиастов начала разрабатывать паровые турбины для самолетов.

Николай настолько заинтересовался их работой, настолько вписался в дружный коллектив, что решил, во что бы то ни стало, остаться в Ленинграде. Возникла единственная проблема — жилплощадь.

Выход нашелся неожиданный и взаимовыгодный. Он вместе с новыми друзьями бесплатно отремонтировал старую крышу заводского общежития, где ему и дали комнату. Так была решена его жилищная проблема.

В это же время начала решаться и другая — семейная. События развивались следующим образом. Как-то после кровельных работ Николай ехал на трамвае в другой конец города, к знакомым. В вагоне оказался рядом и познакомился с красивой девушкой с не менее красивым именем — Мариана.

Она была родом из деревни, что находилась неподалеку от Сычевки. Но судьба их свела не там, а в трамвае, в Ленинграде, куда Мариана приехала работать и учиться на рабфаке.

Вскоре они поженятся и создадут замечательную, дружную семью. Здесь же, в Ленинграде, у них появятся дети — дочка и сын. Но это будет позже.

А тогда Николай, получив комнату в общежитии, был принят на завод, где проработал непрерывно почти тридцать лет, пройдя путь от рядового инженера-конструктора до главного инженера этого огромного и знаменитого промышленного предприятия.

В предвоенные годы он уже возглавлял специальное конструкторское бюро. Впервые в стране там были начаты разработки воздушно-реактивных газо-турбинных двигателей для авиации. За-

тем стране срочно потребовались тяжелые танки, и Коля занялся этим новым важным и ответственным делом.

В годы Великой Отечественной войны мой старший брат, как и все ленинградцы, встал на защиту родного города. В первые месяцы блокады был тяжело ранен, но чудом выжил.

Война заставила почти все промышленные предприятия Советского Союза переключиться, прежде всего, на военные заказы. Не стал исключением и Кировский завод. Николая назначили заместителем главного инженера по тяжелым танкам.

Летом по приказу Ставки он едет в Москву. Ему предстояло показать самому Сталину, Верховному Главнокомандующему, новую танковую технику, созданную за годы войны на разных заводах страны.

В 1944 году Николай вновь получил назначение на Кировский завод. Его назначили парторгом ЦК ВКП(б) — была такая ответственная должность — ответственным за восстановление завода. Вскоре он вновь получил важнейшее правительственное задание. На сей раз он участвовал в конструировании оригинального отечественного оборудования для ядерной энергетики.

В Ленинграде ему присвоили звание доктора технических наук. Новая, неизвестная область требовала постоянной работы над собой, повышения уровня знаний во многих областях. Чтобы заставить себя быть в курсе всех последних научных, технических и экономических достижений, Николай стал читать лекции в знаменитом ленинградском Политехническом институте.

В 1961 году Николай снова вернулся в Москву, на сей раз навсегда. Его назначили заместителем Председателя Государственного комитета по мирному использованию атомной энергии СССР.

Занимался развитием ядерной энергетики в нашей стране. Руководил пуском первого энергоблока на Нововоронежской АЭС. Активно участвовал в международном научно-техническом сотрудничестве по мирному использованию атомной энергии.

Был он и замечательным преподавателем. Долгие годы доктор технических наук, профессор Николай Михайлович Синев читал лекции в Московском энергетическом институте...

О конструкторском, научном, преподавательском пути моего старшего брата я рассказала коротко и сухо. Не сомневаюсь, его бывшие сослуживцы, студенты, друзья сделают это куда более подробно и интересно. Ведь в биографии Николая наверняка множество замечательных страниц, о которых из-за его врожденной скромности я толком и не знаю. Мне же в заключении хотелось бы написать вот о чем.

Он прожил прекрасную жизнь. Из простого деревенского паренька вырос в известного конструктора, ученого организатора

науки и техники, общественного деятеля, автора изобретений, научных трудов и вузовских учебников.

За заслуги перед Родиной стал лауреатом Ленинской и четырех Государственных премий СССР. Награжден многими боевыми и трудовыми орденами. Удостоен почетных званий.

Конечно же, я очень горжусь его высокими званиями, премиями, орденами. Но, пожалуй, больше — тем, что он всегда оставался самим собой. Занего никогда не возникало и тени самодовольства и бахвальства.

Всю свою жизнь Николай не менялся. Он постоянно оставался скромным, простым, щедрым и влюбленным в жизнь человеком. Готовым прийти на помощь в трудную минуту. На редкость порядочным и доброжелательным...

Выше я писала, что просто боготворила брата в далеком детстве. Сегодня мне уже очень много лет, а его давно нет в живых. Но я отношусь к нему точно так же, как и тогда.

Для меня он по-прежнему самый замечательный и уважаемый человек. Николай Михайлович, мой старший брат.

СЕМЬЯ

А.Н. Синёв

Я появился на свет в 1947 году в Ленинграде. К тому времени мои родители Николай Михайлович и Марианна Ивановна с моей старшей сестрой Беллой, 1941 года рождения, вернувшись из Челябинска в 1944 году, получили хорошую отдельную квартиру в центре города — так что мне повезло в жизни с самого ее начала: с родителями, с тем, что я не испытал тягот военного времени и, наконец, с жилплощадью, ведь в то время, да и долгие годы позже отдельные квартиры были в Питере редкостью.

К тому же вскоре были отменены продовольственные карточки, и жизнь понемногу стала налаживаться.

С 1948 по 1950 год наша семья последовала за отцом в гор. Верхневинск (Свердловск-44). Об этом периоде жизни у меня не сохранилось никаких воспоминаний, а о деятельности отца в этот период и о людях, с которыми он работал, Николай Михайлович написал сам и его воспоминания опубликованы в этой книге.

В октябре 1950 года мы все вернулись в милый и родной Ленинград, где отец стал Главным конструктором ОКБ Кировского завода. Вот, начиная примерно с четырех-пятилетнего возраста, у меня началась «сознательная жизнь» и пришло понимание, какие

у меня замечательные родители. Это была на редкость любящая, дружная и гостеприимная семья. В доме царил дух взаимопонимания и уважения друг к другу. Нас, детей, редко наказывали, хотя, вероятно, было за что. Но я не припоминаю, чтобы хоть однажды эти редкие наказания были унижительными. Отца мы с сестрой видели не часто — он уходил на работу очень рано, а приходил, когда мы уже спали. Большинство выходных он проводил на заводе, в ОКБМ и к тому же часто уезжал в командировки. Весь дом держался на маме, Марианне Ивановне. Несмотря на то, что эта книга посвящена отцу, я все же не могу не сказать несколько слов об этой удивительной женщине — моей матери. Кстати, в их с отцом судьбе есть много общего.

Марианна Ивановна Синёва (в девичестве Горшкова) родилась в 1912 году, как и отец, в бедной крестьянской семье в селе Пенчино Туриновского района Калининской области. Если посмотреть на карту, то это совсем недалеко от родины отца — села Высокого. Их дни рождения фактически совпадают: он — 10 декабря, она — 11 декабря. Оба смолоду тянулись к знаниям, культуре, новой жизни. Все это мог дать в то время только город. И судьба свела их в Ленинграде. Они познакомились в трамвае. Так и представляю себе эту картину — молоденькая красивая девушка со стопкой учебников в руках, (она ехала с занятий рабфака) и молодой отец, конечно неотразимый в своей летной фуражке и белом френче под кожанкой, по-моему, единственном тогда его гардеробе. Было это в 1935 году. Очень скоро они поженились и всю жизнь были счастливы друг с другом. Лучше, чем мои родители, никто не расскажет об их отношениях, и в конце этого очерка я помещаю высокий и трагический документ — свидетельство их почти полувековой любви и ответственности друг перед другом, детьми, внуками.

Мама так и не получила высшего образования — она посвятила жизнь своей семье, но не превратилась в домработницу. Много читала, вместе они ходили в театры, на концерты. Дом был полон хороших книг, и это была, в основном, ее заслуга. Нас с сестрой не надо было усаживать за чтение, скорее надо было отрывать от него. Марианна Ивановна была замечательной и гостеприимной хозяйкой, умела и любила готовить и принимать гостей. А отец, бывало, без предупреждения приезжал поздно с компанией своих близких друзей-сортаников из ОКБ и всех надо было и приветить и накормить. Многие, ныне здравствующие друзья моих родителей до сих пор вспоминают эти посиделки у Синёвых.

Наши с сестрой школьные дела тоже целиком были маминой заботой. Она даже входила в родительские комитеты наших школ. Марианна Ивановна часто поражала знакомых своими знаниями.

Приведу лишь один пример. Уже в Москве, кажется в 1966 году, мы были в гостях у старого друга отца, и он объявил, что вскоре придет очень знаменитый в то время мастер устного рассказа и литературовед Ираклий Андронников. Все были предупреждены, что, если у кого есть необходимость поговорить друг с другом, то это надо сделать до прихода Ираклия. Когда, мол, он придет и сядет за стол, то никому говорить не придется, все будут только слушать, как он говорит, и смотреть, как он ест. А делает-де он все это мастерски и одновременно. Кстати, себя он, как я ясно помню, называл «перпетуум жерабиле». Так оно и вышло. Когда пришел Ираклий, его посадили рядом с Марианной Ивановной и он начал говорить. И вот, после фрагмента, относящегося к жизни Лермонтова, к Андронникову обращается мама с репликой, что хронология событий, им изложенная, не точна — это было, кажется, помню так-то и так-то. Андронников согласился, признал, что ошибся и, что Марианна Ивановна права, но выразил удивление, откуда у нее такая специальная литературоведческая эрудиция.

- *Вы что — литературовед?*

- *«Нет, всего лишь домашняя хозяйка, любящая литературу» — ответила ему мама.*

Но вернемся к портрету отца — действительно одному из «творцов ядерного века». Нет нужды описывать его деятельность — Николай Михайлович, как и во многих других случаях, сам облегчил задачу составителей этой книги, написав мемуары о своих, как он считал, самых главных периодах творческой жизни. Я лишь хочу написать о его человеческих качествах, которые позволяют мне, заслужено гордиться своим отцом.

Никогда я не видел отца в праздности. Будь то выходной день, отпуск, санаторий, а в последние годы и больница — всегда он с документами, новой рукописью или статьей. Практически все свободное время готовился к лекциям: в Ленинграде — в Политехническом, в Москве — в МЭИ. И преподавать-то он начал, чтобы заставить себя лучше разбираться в новой и во многом неизведанной области — экономике атомной энергетики. Это уже потом, в 1966 году ему присвоили звание профессора. А ведь лекции читал он по вечерам или по выходным. Кстати, лектором он, по отзывам его коллег по кафедре «Атомные электростанции» МЭИ, был блестящим. Его лекции, увлекательные по форме изложения, отличались свежестью преподносимого материала (знали бы студенты, как много сил и времени уходило у него на это), глубиной мысли, четкостью формулировок. Он легко устанавливал контакт с любой аудиторией, будь то специалисты или школьники. Этим летом мне довелось встретиться с одним из выпускников МЭИ тех лет

немцем Х.Шмидтом — он сразу и с благодарностью вспомнил отца.

Говоря о его преподавательской работе, не могу не вспомнить курьезный случай. Иногда Николай Михайлович, человек довольно мягкий, все же ставил «неуды». Почему-то эти двоечники были, в основном, черными студентами из Мали и еще откуда-то из Африки. Однажды отец из-за нехватки времени пригласил одного из них на пересдачу экзаменов к нам домой. Сердобольная мама, пожалев одинокого негра студентика, закатила тому обед по полной программе. Уже в следующую сессию к нам в квартиру, пугая соседей, повалили обедать и сдавать экзамены черные двоечники. Пришлось мне, умудренному опытом второкурснику МИФИ, объяснять наивному профессору, что, ставя неуды, он больше наказывает себя, чем нерадивых студентов.

Отца всегда отличало бережное, уважительное отношение к подчиненным, насколько я знаю, даже в суровое военное время никто не получил жесткого наказания за служебные промахи. Он ценил и умел защитить человека от напасти.

Николай Михайлович был настоящей ходячей энциклопедией. Обладая феноменальной памятью, он поражал собеседников знанием техники, литературы, истории. Знал наизусть еще со школьных времен «Евгения Онегина». У него был хороший музыкальный слух. Когда-то в молодости еще в родной деревне, он играл на гармонии, которую привез из германского плена на той, первой мировой войне, его отец, а мой дед Михаил Андреевич Синёв. И вот в 1966 году, на 60-ти летний юбилей Николая Михайловича, ленинградцы подарили ему гармонию. Отец взял ее в руки, призадумался и вдруг заиграл! Это через сорок с лишним лет. Ну, конечно, репертуар был соответствующий: «Марш Буденного», «Мы кузнецы» и все в таком роде. Кстати, тем же летом к нам на дачу в Баковке на звук папиной гармонии забрел как-то сосед — маршал С.М. Буденный. По-моему они тогда крепко «посидели», а мама подружилась с Марией Васильевной — женой командарма.

Вообще Николай Михайлович был очень прост в общении, не кичился своим высоким профессионализмом и всегда старался передать свои знания и богатый опыт тем, кто в этом нуждался. До сих пор на ежегодных встречах моих школьных и институтских друзей, бывавших у нас дома звучит тост: «За родителей Андрея». Под его научным руководством защитились несколько докторов наук и довольно много кандидатов. Среди моих сокурсников есть двое кандидатов, обязанных ему этим званием.

В 1961 году отца назначили заместителем председателя Государственного комитета по мирному использованию атомной энергии СССР и мы переехали в Москву. Началась совсем другая, по

сравнению с ленинградским периодом, жизнь. И на новой работе в ГКАЭ, и позже в Министерстве среднего машиностроения, Николай Михайлович проявил лучшие черты характера и личности: высокий профессионализм, организаторские способности, настойчивость и принципиальность в достижении цели, умение работать в коллективе, направлять его энергию на решение поставленных задач, заинтересовать идеей, логически и доступно обосновать ее и добиться воплощения.

У Николая Михайловича появилось больше свободного времени, тем более, что вскоре страна перешла на пятидневную рабочую неделю. Он стал больше бывать в семье, и мы с ним стали настоящими друзьями. А дружить отец умел. Он относился к той категории людей, которые верны дружбе и своим товарищам. Работая и живя в Москве, он никогда не забывал поздравить своих друзей в Ленинграде, других городах с праздниками, днем рождения, другими событиями. Причем поздравления его всегда были искренними и сердечными. И друзья Николая Михайловича платили ему взаимностью. Я очень хорошо помню празднование пятидесятилетия отца в Ленинграде — всех этих молодых, жизнерадостных, энергичных, веселых, умных людей и один из тостов: «Давайте выпьем за то, чтобы через 10 лет мы собрались у Синёвых без костылей и пилюль». В 1966 году это пожелание сбылось, а с 1976 года этих людей становилось все меньше и меньше.

Сейчас, когда мне уже за пятьдесят, я поражаюсь, как молоды были эти замечательные люди, когда им поручались самые ответственные дела их жизни. Как они брали на себя всю полноту ответственности за порученное дело и не боялись этой ответственности. Как работали не за страх, а за совесть и уж, конечно же, не за зарплату.

Николай Михайлович был редкостным дедом. Обожал своих внуков Максима и Николая. Он всегда относился к своим близким с большой заботой, теплотой и проявлял энергичную предприимчивость, когда требовалось его вмешательство в житейских вопросах.

Отец никогда не жаловался на трудности жизни или быта, мало обращал внимания на мелочи жизни. Всегда был жизнерадостен, добр, отзывчив. Он по настоящему любил жизнь. Николай Михайлович иногда говорил мне, что мечтает дожить до 90 лет. Не довелось — он умер, не дожив трех месяцев до своего 85-летия в 1991 году. Скоро исполнится десять лет со дня его кончины. Думаю, что светлая память, которую люди сохранили о нем как о человеке ярком, интересном, отзывчивом и доброжелательном, сохраняется в сердцах и делах всех, кому выпало счастье его знать.

Наверное, я не рассказал и сотой доли того, что должен был, говоря о своих самых близких людях — не достало умения и памяти. Может быть что-то упомянул зря. Как смог я постарался донести до незнакомого читателя дорогие мне черты.

Мне также хотелось бы, чтобы люди более молодые (если они возьмут вдруг в руки эту книгу), не считали людей того далекого времени безликими «винтиками» или бездушными ортодоксами, прожившими серую жизнь и работавшими только из-за страха. Это были яркие, талантливые люди, трудом которых создано практически все, чем живет сейчас страна.

В заключение я посчитал возможным опубликовать отрывок из записок отца «Воспоминания о Марианне Ивановне», написанные им вскоре после смерти мамы. Я долго колебался, надо ли это, но, в конце концов, решился, так как считаю, что без этого рассказ о людях, которых я бесконечно любил, был бы неполным.

«Последняя неделя ее жизни»

Н.М. Синёв

...Днем, убирая комнату Марианны Ивановны, я открыл жестяную банку из-под конфет, в ней обычно лежали письма, полученные Марианной Ивановной, листы чистой бумаги и конверты. В одном из таких конвертов я обнаружил сложенный вчетверо большой лист. Развернул и вздрогнул. Надпись: «Завещание». Это ее последнее прощание с нами, живыми. Вот его текст:

«Не плачьте обо мне. Я умерла вовремя. Прожив свою жизнь счастливо. Я очень любила своих детей. Они меня радовали. Обожаала своих внуков и любовалась ими. Спасибо вам всем за любовь ко мне. Спасибо дорогому мужу за верность семье. Заботу и достаток в доме. Не надо звать людей на мои похороны. У гроба стоять только моим детям и мужу. И никаких тризн. Считаю это варварством и суесть. Простите мои прегрешения. Простите, если была несправедлива и суетна».

Я держу этот лист в руках, как последнее слово любящего сердца, как трогательное, мужественное послание, потерявшего всякую надежду жить, своим любимым. Это потрясающий документ человека, чувствующего свою неотвратимую, как бы фатальную, обреченность. Да, это мужественное, трогательное, но не сентиментальное прощание женщины-матери, любящей свою семью, своих детей и внуков и покидающей этот мир с чувством успокоенности, удовлетворения и благодарности за те радости и счастье, которое она испытала и пережила в созданной семье, на нашей прекрасной Земле.

Я плакал, читая это послание от столь дорогого для меня человека, близкого друга и спутника моей жизни в продолжение 48 с лишним лет (с 15 января 1935 года по 6 мая 1983 года).

С ней пройдена и моя длинная дорога жизни. Были у нас с Марианной Ивановной не только радости, но и нелегкие и тяжкие времена: смерть от дизентерии в возрасте 1 года 4 месяцев нашего сына-первенца Бореньки (родился 14 июля 1937 года, умер 15 октября 1938 года), смерть преждевременно родившегося второго ребенка — девочки в сентябре 1939 года, прожившего 3 дня в роддоме. Война. Мое тяжелое ранение. Эвакуация на Урал с ребенком — Беллочкой, которой было всего четыре месяца, в товарном вагоне с нарами, в котором помещалось 70 человек женщин — ленинградок с их детьми. Жизнь Марианны Ивановны с матерью и Беллой в лесу на 25 км от станции Ошурково (250 км восточнее Свердловска), где велись заготовки железнодорожных шпал, где работали интернированные поляки. Сложная, сжатая как пружина, жизнь в Челябинске, где я работал день и ночь на танковом заводе заместителем Главного конструктора завода, а Марианна Ивановна работала конструктором в КБ, а затем в фотолаборатории опытного танкового завода №100. Последующий после Победы вторичный отлет на Урал в июне 1948 года, после того как в Ленинграде мы стали жить в четырехкомнатной квартире. До 1947 года мы жили в коммунальной квартире на Сенной площади (ныне площадь Мира), без ванны, с дровяным отоплением, имея сперва одну, потом в (1940 году) две холодных комнаты. Во время войны от голода умер ее отец, не пожелавший эвакуироваться и оставшийся в блокадном Ленинграде. Его мертвое тело подобрали у забора на улице. Был убит на фронте в первые дни войны младший брат Марианны Ивановны — Коля. Он заканчивал 10-летку с артиллерийским уклоном и сразу после мобилизации был в армии произведен в лейтенанты. Ему не было и 18 лет. И многие другие тяжкие и грустные события семейной жизни вызывали у Марианны Ивановны порой сильные и горькие переживания. И все же, и это правда, и сказано ею в завещании искренне, что мой дорогой друг и спутник жизни Марьяша прожила свою жизнь счастливо. Счастлив с ней был и я...

27 декабря 1945 года Постановлением Правительства СССР на Ленинградском Кировском заводе было создано ОКБ для разработки основного технологического оборудования для газодиффузионного метода разделения изотопов урана. Главным конструктором ОКБ был назначен бывший сотрудник турбинного и танкового производств Кировского завода Э.-С.А. Аркин.

Аналогичная задача по разработке основного технологического оборудования, кроме разработки регуляторов, была поставлена и перед конструкторским Бюро Горьковского завода №92.

В 1946 году Ленинградским и Горьковским конструкторским бюро были разработаны и на ЛКЗ, и на заводе №92 изготовлены по 20 газодиффузионных машин с одинаковыми техническими характеристиками (расход газа 30г/сек, давление газа перед фильтрами 19 мм. рт. столба). Машины Т-15 конструкции ОКБ ЛКЗ и ОК-7 конструкции КБ завода №92 были поставлены в ЛИПАН (ныне Российский научный центр «Курчатовский институт») для проведения сравнительных испытаний. Испытания показали, что машины конструкции КБ завода №92 по некоторым показателям, и в первую очередь по надежности, превосходят машины конструкции ОКБ ЛКЗ. И они были приняты для производства и установки их на первом газодиффузионном заводе, на комбинате №812 (ныне УЭХК). Неудача конструкторов ОКБ ЛКЗ дала основание руководству Первого Главного управления при Совете Министров СССР, занимавшегося атомной проблемой, принять решение об усилении ОКБ ЛКЗ высококвалифицированными кадрами и о замене в июне 1947 года Главного конструктора ОКБ Э.-С.А. Аркина на Николая Михайловича Синева, работавшего до этого парторгом ЦК КПСС на Кировском заводе.

Основанием назначения на эту должность Н.М. Синева послужили не только его большой организаторский талант, но и его довоенная работа на Кировском заводе в качестве конструктора по паротурбинным авиационным двигателям и работа в период войны 1941-1945 годов в качестве заместителя Главного конструктора танкового производства ЛКЗ и Уральского комбината по тяжелым танкам.

Официального представления Николая Михайловича коллективу ОКБ, как нового начальника и Главного конструктора, не было и знакомство с ним проходило в рабочем порядке.

В один из июльских дней 1947 года я как обычно сидел у своего кульмана и мучительно думал, как сконструировать масленку для периодической подачи масла в подшипники компрессора. Технические требования, которые предъявлялись к масленке, казались мне невыполнимыми. Масло не должно «вспениваться» под воздействием вакуума, периодически подаваемые в подшипники порции масла должны быть точными, а масло в перерывах между подачами порций не должно самопроизвольно вытекать из масленки и взаимодействовать с рабочим газом. Вдруг за спиной слышу голос Э.-С.А. Аркина: «А это молодой конструктор Сергеев, переведенный к нам вместе с несколькими конструкторами из тракторного конструкторского бюро». Обращиваюсь и вижу рядом с Э.-С.А. Аркиным стоит человек среднего роста, довольно плотного телосложения, в очках, который коротко представился — Синев. Немного расспросив меня о том, чем я занимаюсь, Н.М. Синев и Э.-С.А. Аркин направились дальше знакомиться с сотрудниками ОКБ.

Насколько я помню, этот стиль работы — обсуждать разработанную конструкцию у доски конструктора, Николай Михайлович сохранил до момента своего ухода в 1961 году на работу в Государственный Комитет СССР по использованию атомной энергии.

Но вскоре мои встречи с Николаем Михайловичем у кульмана прекратились, так как я в 1948 году был назначен старшим инженером объекта по машине Т-49, которая после успешной сдачи Государственной Приемной комиссии была поставлена на серийное производство на Горьковском заводе №92. Для решения технических вопросов по машине Т-49, возникавших при ее освоении и ведении производства, я на длительное время был откомандирован на завод №92.

В то же время (май 1948 — октябрь 1950) Н.М. Синев командировался на Урал на комбинат №812 в качестве начальника технического отдела комбината. В этот период на комбинате осуществлялся монтаж и пуск первого в СССР газодиффузионного завода.

Трудности с пуском и эксплуатацией этого завода обогатили Н.М. Синева большими знаниями и опытом в этом новом для всех нас деле, а также дали ему четкую картину, каким должно быть оборудование для оснащения газодиффузионных заводов. В частности, Н.М. Синев одним из первых увидел, что установленное на газодиффузионном заводе оборудование имеет большие коррозионные потери, которые резко снижают производительность завода и особенно ощутимы на обогатительном конце технологической цепочки завода, где в результате коррозионных потерь терялся наиболее дорогой и дефицитный высокообогащенный уран.

На основании этих наблюдений Н.М. Синев предложил разработать конструкцию новой малогабаритной диффузионной машины с малыми коррозионными потерями. По его заданию я и инженер-электрик П.М. Удовиченко начали разработку такой машины с расходом газа 6-8 г/сек. Машина проектировалась на 12000 об/мин (до этого машины имели до 3000 об/мин) и имела ряд других конструктивных решений, направленных на снижение коррозионных потерь. Около месяца мы работали без выходных и праздников по 12-14 часов в сутки. Ежедневно Н.М. Синев заходил к нам и обсуждал ход работ. Иногда вместе с ним приходил и Главный инженер Кировского завода А.И. Захарьин. Он тоже интересовался ходом работ и его обычным пожеланием было, как бы избавиться от лобовых частей обмотки электродвигателя, которые увеличивали габариты машины. Но, к сожалению, мы опоздали, и машину такого типа раньше нас разработал и изготовил завод №92.

К 1952 году совместными усилиями ученых, конструкторов двух соревнующихся между собой ОКБ, двух заводов-изготовителей основного оборудования, проектантов, прибористов, монтажников и эксплуатационников, под общим руководством Министерства среднего машиностроения в СССР был успешно освоен газодиффузионный метод разделения изотопов урана.

Хорошо налаженное на двух заводах-изготовителях производство газодиффузионных машин, приобретенный опыт их конструирования и эксплуатации породили у многих работников ЛКЗ, в том числе и среди руководящих работников ОКБ, некоторую успокоенность. Хотя все прекрасно видели, что в стране идут огромные строительные работы по сооружению новых гидравлических и тепловых электростанций, многие понимали, что их основное назначение — это снабжение электроэнергией строящихся газодиффузионных заводов по разделению изотопов урана.

До нас доходили, может быть и не совсем точные, сведения, что американские газодиффузионные заводы потребляют от 10 до 12% от общей выработки электроэнергии в США. И мы начинали понимать, что ведущееся в СССР строительство новых гидравлических и тепловых электростанций необходимо в стране для того, чтобы не отстать от США в выработке оружейного урана.

В середине февраля 1952 года Н.М. Синев вызвал меня в свой кабинет, попросил поплотнее закрыть за собой дверь и по телефону сказал секретарю, чтобы к нему никого не пускали.

Он обрисовал мне всю картину с газодиффузионным методом разделения изотопов урана и особенно с огромными энергетическими затратами при его применении. После этого он поинтересо-

вался, не собираюсь ли я «сбежать» в Москву, куда, как он знал, меня неоднократно приглашали на работу, в том числе в Министерство. Удивил меня и еще ряд заданных мне вопросов, которые в тот момент показались мне несущественными. И только после того, как я ему все рассказал, он перешел к главному, из-за чего пригласил меня. Он рассказал о своей поездке в НИИ-5 (г. Сухуми), где группа немецких специалистов под руководством доктора М.В. Штеенбека занималась разработкой многозвенной (надкритичной) газовой центрифуги для разделения изотопов урана.

Из теории мне было известно, что этот метод обладает огромными преимуществами перед газодиффузионным методом, особенно по энергетическим показателям. Но было также хорошо известно и то, что многочисленные попытки по созданию промышленной газовой центрифуги, в том числе и при разработке «Манхеттенского проекта» в США, оканчивались неудачей.

«Я знаю, что Вы не консерватор и всегда ищите новые решения. Хотите ли Вы заняться этой проблемой?», — спросил меня Николай Михайлович и после моего согласия добавил, — «я на это и рассчитывал, поэтому поручаю в первую очередь Вам ознакомиться в НИИ-5 с конструкцией их газовой центрифуги. В случае, если Вы найдете там что-нибудь стоящее, то Вы и будете здесь основным разработчиком. Вы беспартийный, и поэтому официальным руководителем вашей группы я назначаю секретаря нашего партбюро Г.В. Кудрявцева. Он не механик, а электрик, но это не так уж страшно. Кого Вы еще считаете целесообразным взять с собой?» Немного подумав, я ответил, что в НИИ-5 я хотел бы взять еще двух человек — Петра Феодосьевича Василевского и Сергея Пантелеймоновича Смольского. Мой выбор был не случаен. П.Ф. Василевский был всесторонне образованным инженером с огромным практическим опытом и большими аналитическими способностями. В трудную минуту я всегда шел к нему, и в большинстве случаев от общения с ним я получал не только техническую, но и моральную помощь. Звание «Интеллигент №1», которое товарищи по работе присвоили ему, произносилось всеми не с иронией, а с глубоким уважением.

С.П. Смольский был прекрасным технологом, которому очень часто приходилось решать самые нестандартные технологические задачи. Приведу лишь один пример. Опорные под подшипники шейки вала компрессора должны были иметь высокую чистоту поверхности. Такую чистоту можно было получить только шлифовкой шеек вала на круглошлифовальном станке, но такого станка не было в цехе, где изготавливались валы для компрессоров.

С.П. Смольский нашел подходящий круглошлифовальный ста-

нок в одном из цехов завода и огробо́вал его в этом цехе. После получения положительных результатов работы на нем станок был перевезен в цех, где изготавливались валы компрессоров. Станок был установлен на фундамент и запущен в работу. Но к большому удивлению и огорчению технологов и производственников станок не всегда обеспечивал необходимое качество поверхностей шеек вала. И тогда С.П. Смольский вспомнил, что при опробовании станка до его перевозки, из-за отсутствия специального инструмента для «правки» шлифовального круга он «правил» круг простым булыжником. После того, как круг вновь начали править булыжником, качество поверхностей шеек вала стало безукоризненным. Вскоре для правки круга вместо булыжника был подобран и специальный алмазный инструмент.

В двадцатых числах февраля 1952 года серым дождливым утром мы прибыли в НИИ-5, где доктор М.В. Штеенбек и несколько его сотрудников начали знакомить нас с конструкцией газовой центрифуги. Центрифуга имела многозвенный гибкий ротор из нескольких труб, соединенных между собой сифонами. Подача газа в ротор осуществлялась через капиллярную трубку, а отвод разделенных фракций из ротора осуществлялся методом конденсации их с применением жидкого азота.

Первое, что нас поразило, это микронные точности при изготовлении вращающихся деталей ротора, а также необходимость «юстировки» (правки) каждого собранного ротора. Мною было высказано сомнение и в экономической целесообразности такой конструкции, так как передача газа от одной центрифуги к другой осуществлялась через его конденсацию. Здесь я впервые предложил применить для передачи газа от одной центрифуги к другой отборные трубки типа трубок Лиго. Но мое предложение в категорической форме было отвергнуто доктором М.В. Штеенбеком, так как он был твердо уверен, что такие трубки вызовут сильное торможение газа в роторе и резко снизят производительность центрифуги.

Вернувшись в Ленинград, мы доложили Н.М. Синеву о том, что задача по созданию надкритической газовой центрифуги довольно сложная, но надо сделать попытку все же решить ее.

В 1952 году вышло Постановление Правительства СССР, которым на ОКБ Ленинградского Кировского завода возлагалась задача по созданию промышленной газовой центрифуги для разделения изотопов урана. Этим же Постановлением, для участия в работах по созданию такой центрифуги, доктор М.В. Штеенбек и основная часть сотрудников его группы переводилась из НИИ-5 в Ленинград.

Н.М. Синева была, пожалуй, один из руководителей ОКБ ЛКЗ, который верил в возможность создания промышленной газовой центрифуги для разделения изотопов урана. Остальные просто говорили, что это авантюра или снисходительно улыбаясь, спрашивали о том, как реализуется «утопическая идея». Все заместители Н.М. Синева категорически отказывались от ведения этих работ, и назначение на эту должность А.И. Сафронова не обошлось без помощи партбюро ОКБ. Необходимо отдать должное А.И. Сафронову, который быстро поборол в себе неприязнь к газовой центрифуге и впоследствии много сделал для ее создания.

Еженедельно Н.М. Синева проводил оперативки с участием доктора М.В. Штеенбека и основных участников работ, на которых обсуждались различные технические и организационные вопросы. Не обходилось и без конфликтов.

Однажды М.В. Штеенбек сказал Н.М. Синеву, что он готов составить календарный график работ по доводке и испытанию газовой центрифуги. Но для начала работ ему необходимо знать, когда будут готовы ампулы для отбора газа («ампульки», — как говорил М.В. Штеенбек). Н.М. Синева, обратившись к своему заместителю по опытному производству И.Ф. Бычкову, спросил: «Иван Федорович, когда будут готовы ампулы?». И.Ф. Бычков ответил, что ампулы будут готовы дней через 20. М.В. Штеенбек согласился с названным сроком, хотя и был несколько огорчен, что он очень большой. Через 20 дней сияющий и радостный доктор М.В. Штеенбек вошел в кабинет Н.М. Синева и, потирая руки, сказал, что он готов представить график работ, которые начинаются с этого дня. На вопрос Н.М. Синева И.Ф. Бычкову, как обстоят дела с ампулами, Иван Федорович ответил, что их изготовление задерживается из-за отсутствия заготовок специальной нержавеющей стали. Доктор М.В. Штеенбек преобразился, его лицо выражало растерянность и недоумение. И он обратился к Н.М. Синеву с вопросом: «Как это может быть? Ведь Вы же большой начальник сказали, что «ампульки» будут готовы через 20 дней?» И.Ф. Бычков называет новый срок — еще 10 дней. Через 10 дней картина повторилась, но только теперь в том, что «ампульки» не готовы, виноваты были не заготовки, а отсутствие необходимого режущего и мерительного инструмента. Еще через 10 дней, названных И.Ф. Бычковым, ампулы также не были готовы, так как цех еще не освоил техпроцесс их изготовления. И тут разразился скандал. Вне себя от негодования доктор М.В. Штеенбек почти кричал, что он не может так работать, что он будет жаловаться Берии.

Подбежав к Н.М. Синеву, с трудом выговаривая слова, произ-

нес: «С-с-скажите, к-к-когда будут «ампульки», н-н-но только без тумана и пропаганды?!» Вскоре ампулы были готовы, но воспользоваться ими для испытаний многозвенных роторов почти не пришлось.

По принципу центрифуги НИИ-5 в 1953 году было изготовлено 2 агрегата, каждый из которых имел по 6 многозвенных роторов. Как в процессе изготовления деталей для этих агрегатов, так и в процессе их сборки всем, включая и доктора М.В. Штеенбека, стало ясно, что такая конструкция непригодна для серийного производства и эксплуатации.

К этому времени в ОКБ ЛКЗ с «тайного» согласия Н.М. Синева в течение нескольких месяцев уже велись работы по созданию газовой центрифуги с жестким докритическим ротором и отборными трубками для транспортировки разделяемых фракций газа. От центрифуги НИИ-5 в эту конструкцию была взята лишь конструкция опорной иглы, которая, непрерывно совершенствуясь, до настоящего времени применяется во всех конструкциях отечественных газовых центрифуг. И в этом изменении курса в конструкциях газовых центрифуг также велика роль Н.М. Синева.

Сам лично я никогда не видел, чтобы он предлагал какую-либо конструкцию, но очень часто был свидетелем того, как он из множества разработанных конструкторами вариантов выбирал наиболее перспективный. Хотя, по мнению самого разработчика, этот вариант не очень отличался от других. В этом, по моему мнению, и состояла одна из его заслуг как Главного конструктора.

Общаясь с людьми, Н.М. Синева всегда мог им убедительно доказать целесообразность своей точки зрения. Он это делал так искусно, что собеседник вскоре незаметно для самого себя воспринимал его точку зрения как свою. Так Ю.А. Ушаков, многие годы работавший технологом, всегда стремился быть конструктором (впоследствии это и случилось, он стал моим заместителем, когда я был начальником КБ-6). Ю.А. Ушаков неоднократно ходил к Н.М. Синева с просьбой о переводе его из технологов в конструкторское бюро, но каждый раз, выходя из кабинета Н.М. Синева, говорил, что Николай Михайлович его убедил, что в настоящее время он нужнее как технолог. Более того, находясь у Н.М. Синева, Ю.А. Ушаков действительно понимал, что это так и есть. Но уже спустя несколько часов Юрий Александрович с улыбкой говорил: «Не знаю как, но и на этот раз Николай Михайлович вновь меня «охмурил».

Большой жизненный опыт, широкий политический и технический кругозор позволял Н.М. Синева в шутку говорить, что он всегда готов прочитать лекцию на любую тему, надо только, что-

бы о теме этой лекции ему сказали за 15 минут до ее начала. Обычная человеческая шутка была ему также хорошо понятна, и сам он иногда был не прочь пошутить по тому или иному поводу.

Так однажды утром мы, в ожидании Н.М. Синева, находились в его кабинете и, окружив нашего ведущего технолога С.А. Сахарникова, с удивлением и восхищением рассматривали его полуботинки. В то время полуботинки без шнурков были новинкой и мы, конечно, были в восторге от них. В это время в кабинет вошел Н.М. Синев, и мы поспешили сообщить ему, какие полуботинки у Сергея Алексеевича (их можно одевать и снимать без обычных операций со шнурками). Но Николай Михайлович не разделил наш восторг и, сев в кресло, весело сказал: «Вот невидаль какая! У меня полуботинки со шнурками, но я их снимаю и надеваю также, не развязывая и не завязывая». Затем продемонстрировал нам, как это у него получается. И мы поняли, что наличие у него приличного живота давно приучило его сделать такую завязку шнурков, что они не мешали ему снимать и надевать свои полуботинки.

В апреле 1953 года на основании первых успешных опытных работ по созданию промышленной газовой центрифуги с жестким ротором, Н.М. Синев направил на имя Министра В.А. Малышева и его первого заместителя А.П. Завенягина письмо с предложением о прекращении работ над центрифугой по схеме НИИ-5 и о более широком развертывании работ по центрифуге с жестким коротким ротором.

Через несколько дней их Минсредмаша пришло письмо, в котором Министерство сообщало о своем согласии на изменение направления работ по газовым центрифугам. И здесь я впервые познакомился с практикой социалистического планирования и финансирования проводимых работ.

Однажды Н.М. Синев вызвал меня и П.Ф. Василевского и сказал, что для обоснования финансирования новых работ надо составить подробный план и график работ с оценкой их стоимости. Ориентировочная сумма 1-1,2 млн. руб. в год (в ценах 1953 года).

Я и П.Ф. Василевский добросовестно в течение 3-4 дней скрупулезно обсчитали все наши затраты и довольные своей работой пришли к Н.М. Синеву. Каково же было наше удивление (правда скрытое), когда Н.М. Синев, посмотрев расчеты, с неудовольствием произнес: «Вы что за копейку хотите решить такую сложную проблему? Из этого ничего не выйдет, надо увеличить объем работ, а, следовательно, и объем финансирования раза в 3».

Потратив еще два дня на составление нового плана и новой сметы, мы вновь пришли к Н.М. Синеву. На этот раз наше скры-

тое удивление было ничуть не меньше, чем это было в предыдущий заход. Н.М. Синев просмотрел наши новые материалы и произнес: «Ишь размахнулись, видно вам народных денег не жалко. Уложитесь в 2 миллиона». Позже, часто бывая в Москве, я понял, почему так не постоянен был Николай Михайлович. Просто Министерство при распределении средств предварительно сообщало ему ориентировочные для утверждения суммы, которые оно намеревалось выделить ОКБ на эти работы.

После успешных испытаний первых газовых центрифуг на опытном заводе в 1957-1958 годах и выхода в свет Постановления Правительства СССР о развитии центробежного метода разделения изотопов урана вместо газодиффузионного перед Министерством встал вопрос о выборе заводов для изготовления центрифуг. По поручению Министерства Н.М. Синев и начальник отдела Главного научно-технического управления Министерства Р.А. Согомонян блестяще решили эту задачу. Были выбраны три завода-изготовителя, лежащие на одной железнодорожной линии и имеющие все технические и кадровые данные для освоения и производства газовых центрифуг.

При выполнении этой работы не обходилось без курьезов.

Так, находясь в кабинете Главного инженера Кировского завода им. Дегтярева В.В. Бахирева (впоследствии директор Кировского завода и Министр общего машиностроения СССР) и беседуя с ним, Николай Михайлович попросил некоторые данные о заводе. В.В. Бахирев вызвал к себе заместителя Главного Конструктора завода В.В. Калинина, который и сообщил все необходимые данные. После ухода В.В. Калинина Н.М. Синев сказал, что, судя по университетскому значку, В.В. Калинин окончил университет, а он «университетчиков» не очень-то любит и не очень-то им доверяет. Многозначительно улыбнувшись, В.В. Бахирев ответил, что Николаю Михайловичу надо менять отношение к «университетчикам», так как и среди них есть настоящие инженеры, и что он, В.В. Бахирев, тоже закончил университет.

Другой курьез произошел в поезде №38 Горький-Москва, который, следуя к Москве, останавливается в Коврове глубокой ночью. Н.М. Синев и Р.А. Согомонян, имевший абсолютно белую шевелюру, вошли в купе поезда. В купе находились два пассажира, едущие из Горького, и которые за время пути от Горького до Коврова уже изрядно «нагрузились» спиртным. Один из «горьковцев» недовольно произнес: «Ходят тут всякие среди ночи». А второй, внимательно глядя на Р.А. Согомоняна, миролюбиво заметил: «Чего ты на них шумишь, у них видно жизнь несладкая, видишь, люди в возрасте, а мотаются по ночам. Они, навер-

ное, артисты, видишь, один из них после представления даже парик не успел снять».

В процессе организации производства на заводах-изготовителях центрифуг Н.М. Синев неоднократно выезжал на эти заводы. Я, как правило, сопровождал его в этих поездках. На мою долю выпадало решение возникающих технических вопросов, а Н.М. Синев, в основном, занимался организационными, снабженческими и финансовыми вопросами. Большие технические и организационные способности Н.М. Синева, его умение подбирать людей для выполнения той или иной задачи были замечены руководством Минсредмаша.

И в 1961 году ему было предложено перейти на работу в Государственный Комитет СССР по использованию атомной энергии. Н.М. Синев принял это предложение и перешел работать в Комитет. Наши контакты на время прекратились.

В 1964 году после реорганизации Комитета по мирному использованию атомной энергии Николай Михайлович переходит на работу в Минсредмаш в качестве заместителя начальника технического управления Министерства, и наши контакты возобновляются вновь. При довольно частых командировках в Москву я обычно встречался с Н.М. Синевым в его кабинете. Он всегда просил подробно рассказать, как идут работы по разработке новых газовых центрифуг. Всегда чем мог помогал мне в части выделения финансирования на эти работы или же способствовал посещению мною того или иного предприятия или организации, представляющих технический интерес для нашего конструкторского бюро. Очень часто наши производственные разговоры переходили на чисто товарищеские. Особенно это стало проявляться после того, как у Николая Михайловича умерла жена. Я неоднократно бывал у них на квартире, и мы много говорили о технике, экономике и о нашей обычной жизни. Мне почему-то иногда казалось, что Николай Михайлович не нашел в Москве того, на что он надеялся или рассчитывал. И во время одного из таких разговоров я прямо спросил: «Николай Михайлович, а Вы не жалеете, что ушли с должности Главного конструктора? Вы сейчас, наверное, уже были бы академиком и обладателем почетных званий?». На это вопрос я получил ответ, которого я никак не ожидал. Н.М. Синев ответил: «Да, я наверное, мог стать академиком. Но, скорее всего, был бы покойником. Ты сам знаешь, по собственному опыту, сколько неприятностей валится на голову Главного. И ты также хорошо знаешь, что все это могут вынести только люди помоложе меня. В министерстве спокойнее, да и кругозор здесь пошире. И время свободное есть, я вот книги пишу. А разве я мог



г. Ржев, 1915г. Проводы отца –
Синева Михаила Андреевича.
Справа – мама Дарья Александровна,
слева – тетя Анна Александровна.

Военнопленный кайзеровской
Германии Михаил Андреевич Синев,
1918 г.



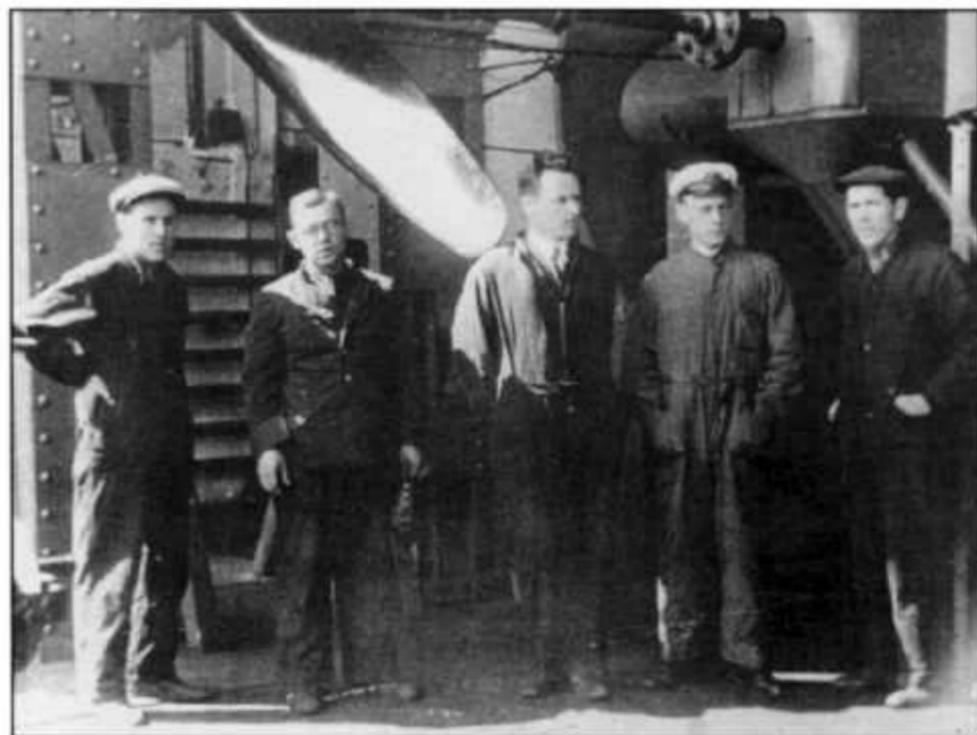
Николай Синеv.
Работник Губкома ВЛКСМ,
1926 г., Смоленск.



Николай Синеv.
Студент МВТУ,
1929 г., Москва.



Николай Синев с женой, 1935 г., Ленинград.



Кировский завод, Ленинград, 1937г. Слева направо: Иванов С.Т., Синев Н.М., Аксютин С.А., Бухарав Б., Мотылев Б.М.



К.Е. Ворошилов на Кировском заводе, 1957г.



Н.М. Синёв, 1971 г.



Встреча соратников по проблеме «Д», апрель 1978 г., Москва. Слева направо: Савин Анатолий Иванович, бывший Главный конструктор з-да №92 (1946-1953), позднее Генеральный конструктор ОКБ «Стрела», акад. АН СССР; Черномордик Евгений Наумович, зам. Главного конструктора ОКБМ (бывш. ОКБ з-да №92); Синев Николай Михайлович, бывш. Главный конструктор ОКБ Кировского з-да (1947-1961) ныне ЦКБМ; Аркин Лазарь Аркадьевич - зам. Главного конструктора ОКБ Кировского з-да, ныне ЦКБМ.



Последний отпуск с сыном
Андреем. Сочи, 1989 г.



Партия в шахматы с любимым внуком Николаем.
На даче в Баковке, 1980 г.



Николай Михайлович Синев, 1986 г.

бы их писать будучи Главным?». И, помолчав немного, добавил: «Но в какой-то мере ты прав, жизнь в ОКБ интереснее. Давай же выпьем за технарей, ведь они двигают мир, хотя в жизни на их долю не так уж много выпадает хорошего».

Сегодня прошло уже много лет, как из жизни ушел Николай Михайлович. Немного осталось и людей, которые работали с ним, и я один из них. Время многое выветрило из моей памяти. Но осталось главное: мне крупно повезло, что я начинал свою конструкторскую деятельность с незаурядным человеком, который в процессе работы научил меня выбирать главную цель и настойчиво работать над ее достижением. Научил меня (хотя я в этом не очень способный ученик), как работать с людьми, как понимать и убеждать их в своей правоте не с высоты занимаемой должности, а силой логики и инженерного расчета, силой данных, получаемых из опытных работ.

Светлую память о Н.М. Синева и благодарность к нему как к Главному конструктору и человеку я сохранию навсегда.

О НИКОЛАЕ МИХАЙЛОВИЧЕ СИНЕВЕ И ЦЕНТРАЛЬНОМ КОНСТРУКТОРСКОМ БЮРО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Б.Б. Батуров

Хроника, в особенности историческая, воспоминания участников событий — жанр преимущественно фрагментарный и субъективный, но крайне интересный и познавательный. Пусть читатель извинит этот недостаток.

Однажды в Ленинградском ресторане был вечер. О нем мне рассказывал Лазарь Аркадьевич Аркин — длительное время один из первых руководителей ОКБ. За столом сидело удивительное общество, на которое все обращали внимание: 33 лауреата и ни одной женщины. Это были ведущие работники, конструкторы и технологи ОКБ (тогда Ленинградского Кировского завода), успешно решившие в короткие сроки важнейшие задачи создания новейшей атомной техники, диффузионных машин, сверхскоростных ультрацентрифуг и бессальниковых насосов для ядерных энергетических установок. При взгляде со стороны это было довольно странное общество, но без всякого преувеличения это было поколение созидателей, увлеченных своей работой и глубоко ценивших свой общественный труд.

Пожалуй, наиболее существенной ошибкой основоположников марксизма-ленинизма был некорректный прогноз развития социальных отношений в XX веке.

На уровне технических знаний начала века они не смогли предвидеть, что мощная научно-техническая революция приведет уже в первой половине XX века к резкому сокращению в передовых экономически развитых странах численности рабочего класса и крестьянства, что общественное сознание во второй половине XX века будет определяться преимущественно «белыми воротничками», со всеми вытекающими из особенностей умственного труда последствиями: приоритетом индивидуализма перед общественными интересами.

Пожалуй, именно это обстоятельство привело к тому, что с большой легкостью, на основе консенсуса всех законодательных инстанций и при непротивлении основной массы населения в России произошла смена коллективистского мировоззрения социалистической эпохи на индивидуалистическое мировоззрение рыночного переходного периода.

Философия нынешнего российского бизнеса предельно проста: первичны интересы моего бизнеса, вторичны интересы общества. Хотя в экономически развитых странах уже наблюдается «отрицание отрицания», т.е. возврат к идеологии сочетания личных и общественных интересов, в отличие от всячески рекламируемого сегодня в России приоритета интересов и прав личности.

В эпоху глобализации экономики и воздействия на окружающую среду, глобализации коммуникаций и информационного пространства формирование общественного сознания, ориентированного не только на личные интересы, становится вновь ключевой задачей.

Это основная инверсия менталитета, характерная для социальных отношений постиндустриального общества. Необходимо обеспечить адекватный учет интересов развития общества и государства в условиях приоритета рыночных отношений, сформированных на базе преимущественно личных интересов.

Оглядываясь на 50-летний путь развития ядерной отрасли, мы видим, что основные успехи страны были связаны с тем, что во главе государства, во главе отрасли, во главе научных направлений и конструкторских школ, во главе ведущих предприятий и организаций стояли люди, для которых общественные интересы на любом этапе и в любых критических ситуациях были высшим приоритетом.

Это и Ефим Павлович Славский – камертон отрасли в этих вопросах, это и Анатолий Петрович Александров, Андрей Анатольевич Бочвар и многие другие люди, для которых в вопросах приори-

тета личного и общественного не было ни малейших сомнений.

К этой же категории руководителей принадлежал и Николай Михайлович Синев, бывший красный учитель, выпускник Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана, один из первых руководителей ОКБ Ленинградского Кировского завода, заместитель председателя Государственного Комитета по использованию атомной энергии СССР в эпоху разделения Комитета и Министерства, один из руководителей научно-технического управления Министерства среднего машиностроения после соединения этих ведомств.

ЦКБМ родилось в результате слияния ОКБ Ленинградского Кировского завода и ОКБ завода им. Свердлова, хотя теперь по истечении многих лет, я думаю, было бы правильным оценить это решение как не самое удачное, ибо несмешивающиеся творческие потоки под единым административным управлением так и остались самостоятельными.

Высочайшего уровня продукция ОКБ завода им. Свердлова явилась основой всей отечественной робототехники, дистанционно управляемых сложнейших агрегатов станкостроительной точности, таких как: перегрузочная машина для реактора РБМК, манипуляторы различного профиля и назначения, дистанционные системы для технологических процессов, реализуемых в горячих камерах. Одним из идеологов научно-технического и обlikового проектирования и разработчиком подобных систем был Дружинский Исаак Абрамович — один из руководителей ОКБ завода им. Свердлова, который также принадлежал к выдающейся плеяде конструкторов-созидателей.

Первые мы встретились с Николаем Михайловичем Синевым в 1956 г. В комнату вошел невысокий человек, плотного телосложения, в заметных очках. В его облике было что-то от главного редактора детских журналов, от Самуила Яковлевича Маршака. Взгляд был цепким, обращение интеллигентным, общение заинтересованным.

В марте 1956 г. вышло постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о строительстве в Ульяновской области в городе Мелекесе опытной атомной электростанции электрической мощностью 200 МВт с 4 реакторами различных типов: водяным кипящим — ВК-50, графито-натриевым — ГН-50, быстрым натриевым — БН-50 и ториевым гомогенным — ТГ-50. Строительство этих реакторов должно было явиться крупным инженерным экспериментом с целью определения перспективных типов реакторов в рамках программы атомной энергетики, принятой съездом Партии.

Встреча наша была посвящена работам ОКБ ЛКЗ по созданию

циркуляционных насосов для этих установок. К этому времени уже был накоплен значительный опыт создания герметичных насосов для установок различного класса. Патент на работающие под давлением герметичные перегородки, отделяющие ротор от статора, был получен работниками ОКБ ЛКЗ Н.М. Синевым и П.М. Удовиченко, и это техническое решение широко использовалось при разработках и в производстве газовых центрифуг.

На бессальниковых циркуляционных насосах, созданных коллективом ОКБ ЛКЗ, под руководством и при участии Н.М. Синева, работали в дальнейшем практически все энергетические установки и атомные энергоблоки начального этапа наземной и морской энергетики.

Заслуживает особо быть отмеченной уникальная работа ОКБ ЛКЗ по разработке проекта малой атомной электростанции в транспортбельном исполнении на гусеничном ходу. Эта установка, получившая название ТЭС-3, вскоре после успешного пуска Первой в мире АЭС в Обнинске, была задумана как еще одно возможное применение атомной энергии для энергоснабжения труднодоступных удаленных районов.

Разработка ТЭС-3 удачно сочетала опыт предшествующих работ коллектива ОКБ ЛКЗ, поскольку Кировский завод выпускал и турбины и танки; ее руководитель до войны был начальником СКБ ЛКЗ по реактивным газотурбинным и паротурбинным установкам для авиации, а в период войны — заместителем главного конструктора Уральского комбината по тяжелым танкам.

Такое сочетание опыта производства и конструкторской мысли позволило разработать установку на четырех стандартных автомобилях с размещением на них реактора, турбины и всех вспомогательных систем. Первоначально планировалось приехать на этих автомобилях и продемонстрировать ТЭС-3 на очередной Всемирной выставке в Брюсселе, однако сроки не были выдержаны - и установка была пущена в действие в 1961 году в Физико-энергетическом институте в Обнинске.

Это был первый и наиболее удачный опыт создания реакторной установки коллективом ОКБ ЛКЗ при научном руководстве ФЭИ. Установка успешно проработала многие годы и дала огромный инженерный опыт для разработки серии проектов последующих энергоблоков различной мощности для малых АЭС. В рамках Программы военного кораблестроения, принятой постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР в августе 1958 года, коллективу ОКБ ЛКЗ поручались уже не только циркуляционные насосы, но и разработки паропроизводительных установок.

Возвращаясь к фигуре Николая Михайловича Синева, хотелось бы отметить его неуемную жажду жизни и жажду знаний. Кругозор Николая Михайловича можно было уподобить расширяющейся Вселенной, его готовность слушать была беспредельна. Если бы это было возможно, он постарался бы впитать в себя всю информацию, которая была вокруг — в технической и в общественной сфере. При этом круг его интересов все более и более расширялся, становился все более многообразным по мере того, как возрастал круг вопросов, входящих в его компетенцию и в сферу ответственности.

Когда в эпоху совнархозов в 1961 году Госкомитет по использованию атомной энергии был выделен из состава Минсредмаша, а Николай Михайлович Синев был назначен заместителем председателя Госкомитета, ему пришлось столкнуться с необходимостью выйти за рамки конструктора конкретной технической системы и выступить в качестве, как теперь сказали бы, стратегического менеджера по такому направлению, как ядерная энергетика.

Надо отметить, что ситуация в этот период была похожа на ту, которую описывал Анатолий Петрович Александров, характеризуя конец 40-х годов. То есть каждый главный конструктор и каждый научный руководитель предлагал свою концепцию реакторной системы в качестве основы для последующего развития ядерной энергетике. И задача заключалась в том, чтобы решить: или пусть расцветают все цветы, или же только некоторые из них, поскольку на все направления, даже в эпоху советского государства, средств не хватило бы. Выражение «делить суму нищего» было часто используемым образом в работе Николая Михайловича, когда запросы существенно превышали доступные ресурсы.

Будучи человеком, который привык принимать аргументированную позицию собеседника, будь то партнер или подчиненный, и не имея еще достаточного опыта стратегического администратора и чиновника, Николай Михайлович пошел по следующему пути. Он создал специальную комиссию в составе представителей Главка, ответственного за реакторостроение, ИАЭ им. И.В.Курчатова, НИКИЭТ, ФЭИ, НИИ-9 (теперь ВНИИНМ имени академика А.А.Бочвара), с участием представителей ИТЭФ с целевой задачей: попытаться найти стратегические аргументы, определяющие техническую перспективу развития реакторов различного типа.

Комиссия работала в атмосфере активной конкурентной борьбы, поскольку каждый автор (научный руководитель и главный конструктор) непрерывно следил, чтобы показатели, закладываемые в анализ, не привели техническое направление, возглавляемое ими, в разряд бесперспективных.

Очень жесткой, совсем по-иному, чем сейчас, выглядела ситуация с возможным обеспечением отрасли, в частности атомной энергетики, природным и обогащенным ураном. Противостояние с США было в самом разгаре, ни о каких программах разоружения и сокращения ядерного потенциала не могло быть и речи (Карибский кризис был еще впереди). Поэтому стратегической задачей, которая была сформулирована перед Комиссией, была необходимость ответить на вопрос: можно ли при ограниченно доступных, конкретно названных количествах природного урана, которые могли быть направлены в сферу ядерной энергетики, обеспечить ее широкомасштабное развитие.

Комиссия работала в течение нескольких месяцев, и по истечении этого срока, на основании согласованных со всеми научными и конструкторскими школами исходных и прогнозных параметров энергоблоков с реакторами различных типов представила на Научно-технический Совет Министерства объемный труд, в котором были сформулированы следующие главные выводы.

Широкомасштабное развитие ядерной энергетики в Советском Союзе в условиях ограниченно доступных количеств природного урана обязательно должно базироваться на комбинированном развитии реакторов на тепловых и быстрых нейтронах с постепенным переходом к преимущественному развитию реакторов на быстрых нейтронах.

Такое развитие могло бы позволить со временем перейти в режим самообеспечения ядерным топливом ядерной энергетики с полным прекращением ее подпитки природным ураном и с исключением зависимости стоимости энергии, производимой на АЭС, от цены природного урана. При этом основные параметры быстрых реакторов не должны быть чрезмерно напряженными и внешний топливный цикл не обязательно должен быть слишком кратким.

Доклад Н.М.Синева и др., представленный от Советского Союза на третью Женевскую конференцию по мирному использованию атомной энергии в 1964 году, явился основой долгосрочной политики страны в области развития ядерно-энергетического комплекса, которая, как показывает и нынешняя практика, была абсолютно правильной и со стратегической, и с тактической точек зрения.

Развернутая в соответствии с этим докладом программа ускоренного строительства реакторов на быстрых нейтронах, включая БОР-60, БН-600, реконструкцию БР-5 в БР-10 в Обнинске, а также развертывание в НИИАР альтернативных технологий по химической переработке ядерного топлива и дистанционному изготовлению ТВЭЛ и ТВС, позволили нашей стране закрепить

передовые позиции в области ядерного реакторостроения, которые в значительной степени продолжают сохраняться и сейчас. Удивительный по эксплуатационным и экономическим показателям опыт работы БОР-60 и БН-600 устойчиво подтверждает правильность выбранного направления. В этих результатах значительная доля успеха обеспечена активным участием и твердой поддержкой Николая Михайловича Синева.

К особо серьезным заслугам Николая Михайловича в этот период я бы отнес работы по созданию первой в Советском Союзе атомной электростанции с реактором на быстрых нейтронах — БОР-60.

Конкурентная борьба, абсолютно не оправданная, между искусственно разделенными Минсредмашем (тогда Государственным производственным Комитетом по среднему машиностроению) и Государственным Комитетом по использованию атомной энергии в СССР за пальму первенства по вводу в действие энергоустановки с реакторами на быстрых нейтронах — в Шевченко (с реактором БН-350) или в Мелекессе (с реактором БОР-60) — была нерациональной и вредной, как и само разделение этих двух ведомств. В значительной степени благодаря поддержке Ефима Павловича Славского, который занял государственную позицию, Анатолия Петровича Александрова и Николая Михайловича Синева этот опережающий время проект быстрого реактора с энергонапряженностью активной зоны свыше 1000 КВт/л был реализован — и реактор БОР-60 введен в действие в 1968-1969 году.

В 1965 году возобладало общественное мнение об объединении атомщиков снова в единое ведомство. Было восстановлено Министерство среднего машиностроения — и Николай Михайлович Синева стал одним из руководителей Научно-технического управления Министерства. На этом этапе, с точки зрения научной технической перспективы, было крайне важным создание в НИИАР по инициативе и при активной поддержке НТУ и Н.М.Синева уникальной установки «Орел» по дистанционному изготовлению ТВЭЛ и ТВС для быстрых реакторов. Научно-техническая поддержка вновь создаваемых научных центров, таких как НИИАР, была стратегически весьма дальновидной, поскольку позволила занять советской науке и технике передовые позиции в таких ключевых областях, как радиохимические исследования, дистанционная переработка и изготовление высокоактивных материалов, получение и использование трансуранов. Вклад ЦКБМ в эти работы не просто весом, а технически уникален.

Большой вклад в создание транспортно-технологических средств для обращения с облученным ядерным топливом, пере-

грузочных машин для реакторов типа РБМК, манипуляторов и робототехнических систем для оснащения горячих камер, оборудования и оснастки для завода РТ внес коллектив ОКБ завода имени Свердлова, который был объединен с коллективом ОКБ ЛКЗ и дал начало сегодняшней аббревиатуре и сегодняшней объединенной фирме под названием Центральное конструкторское бюро машиностроения, или ЦКБМ.

Нельзя не отметить крупный вклад ведущих работников этой фирмы не только в создание конструкций, но и в создание инженерных учебников, которые стали настольной книгой многих студентов и молодых специалистов в области конструирования насосов и дистанционно управляемых систем.

Такие уникальные издания, как «Герметические водяные насосы атомных энергетических установок», авторов Н.М.Синева и П.М.Удовиченко, а также «Методы обработки сложных поверхностей на металлорежущих станках» И.А.Дружинского, продолжают и сегодня оставаться не устаревшим учебным пособием для начинающих инженеров.

Как уже отмечалось, ничто человеческое не было чуждо нашим руководителям, в том числе и Николаю Михайловичу Синеву.

Вспоминаю один эпизод. В бытность Николая Михайловича заместителем Председателя Госкомитета мы с ним ездили по одному из производственных вопросов в Физико-энергетический институт. Принимал нас Михаил Петрович Родионов, один из выдающихся руководителей ядерной промышленности, в то время директор ФЭИ.

Во встрече участвовал Александр Ильич Лейпунский (научный руководитель ФЭИ) и наш выдающийся теплофизик, один из основоположников и составителей термодинамических таблиц водяного пара и воды Михаил Петрович Вукалович, маститый ученый, с седой гривой, пушистыми седыми усами, с хитрой улыбкой в глазах.

После завершения производственной части Михаил Петрович Родионов со свойственным ему радушием пригласил нас пообедать в этом узком кругу. И тут мы стали свидетелями соревнования Михаила Петровича и Николая Михайловича в застольных историях и тостах, свидетелями настоящего пиршества ума и интеллекта. Стоило Николаю Михайловичу рассказать историю из своего богатейшего опыта, как Михаил Петрович немедленно рассказывал свою, еще более увлекательную и интересную. Михаил Петрович Родионов, хитро прищурясь, между очередными тостами, как бы невзначай замечал: «М-да! Николай Михайлович, нашла коса на камень!». И Николай Ми-

хайлович выдавал очередную, еще более неожиданную историю из жизни. Вся эта застольная беседа не содержала и намека на какие-то вневещные или двусмысленные моменты, а была выдержана в чисто английском стиле, с глубоким и тонким юмором, отражавшим высокий уровень интеллекта собеседников.

Вспоминаю один из рассказанных эпизодов.

Дело было на объекте. В общежитии физиков ночью появляются двое в штатском — сотрудники соответствующих служб. Поднимают одного из работников.

- Вы такой-то?

- Я!

- Вы нам нужны. Одевайтесь, поедemте с нами.

В глазах у работника немой вопрос. В уме прокручиваются различные варианты.

- Что следует взять с собой?

- Ничего!

Садятся в машину, едут. Приезжают в охраняемый коттедж для высоких гостей. Входят в спальню. Тушат свет. Резким движением один из присутствующих сдергивает одеяло с кровати. Из-под одеяла вылетает сноп голубых искр такой интенсивности, что на мгновение вся комната освещается голубым светом.

Все взгляды обращены к физику. Что это? Вредительство, диверсия? Кто это подстроил? Зачем?

У физика чуть отлегло на душе. Появилась улыбка, он даже почти готов пошутить.

- М-м! Это, видите ли, статическое электричество. Это никто не подстроил, это природа вещей.

- И что же делать? Какие мероприятия?

- Вы знаете, хорошо бы повисить влажность в комнате. Уж очень сухой воздух. Например, поставить таз с водой.

- И все?

- И все.

Недоверчивое молчание. Неуверенная благодарность. Возвращение в ночное освещенное общежитие. И коллективный хохот, снимающий напряжение. Это к вопросу о бдительности.

Вообще, различных случаев с физиками, почему-то большей частью с физиками, касающихся бдительности или их профессионализма, великое множество. Вот еще один из них.

Группа маститых физиков отдыхает в санатории на берегу Черного моря. День жаркий. Купили бутылку сухого вина, запечатанную стандартной полиэтиленовой пленкой, нормального, тогда еще советского качества. Пытаются открыть - никак не могут: пленка прокручивается, бутылка не открывается. Стараются и так и этак.

Шарят по карманам, друг другу советуют. Короче, на набережной компания солидных людей трудится над тривиальной бутылкой.

Идет мимо бомж, серенький, невзрачный, не очень-то опрятный и чистый.

- Что, мужики? Проблемы?! — спрашивает.

- Иди-иди... Иди, тебе говорят. Сами справимся!

Бомж отходит на несколько метров в сторону и наблюдает. Компания продолжает пыхтеть над пробкой. Бомж не выдерживает.

- Спички есть у кого-нибудь?

- На тебе спички. И ступай, ступай, откуда пришел!

- Ну-ка, дайте на минутку бутылку.

Уставшая компания неуверенно протягивает бомжу бутылку. Бомж зажигает спичку, аккуратно обводит пламенем вокруг головки. Пленка съезживается, бутылка откупоривается. Немая сцена.

Торжествующий бомж с достоинством удаляется с напутствием оторопевшей компании: «Физику надо знать, мужики!».

Лаконизм — это юмор вдвойне. Помню, какое неподдельное удовольствие и восторг у англичан вызвал наш российский ответ на вопрос: «Какая разница между геометрическим и административным треугольниками?». Ответ, как известно, звучит так: в геометрическом треугольнике только один угол может быть тупым. Законы административного управления инвариантны по отношению к социальному строю. И, постигнув эту административную мудрость, Николай Михайлович со временем не раз прибегал к ней, вспоминая латинское изречение: «Промедлением поправил дело».

Чтобы внести в этот материал некоторый элемент современности, можно привести еще одну, более близкую к нашему времени историю — притчу.

В одном, довольно известном королевстве жили-были навозные жуки и аисты. Навозных жуков было больше, чем аистов. И они проголосовали, что впредь все инструкции в королевстве будут писать только они, жуки.

Они написали инструкцию, хорошую инструкцию о том, что каждый жук должен иметь свою нору и добросовестно и разумно катить по жизни свой шар в свою нору, и многие другие. Все бы ничего, но вот как написать инструкцию о том, как должен летать аист? Как ни старались, не смогли навозные жуки написать такой инструкции. То есть написать-то они ее написали, да только аисты по этой инструкции летать не могли. Да и сами навозные жуки по ней летать не научились, хотя и у них, как известно, тоже какие-никакие, но крылья есть.

Что же в итоге? Некоторое время спустя аисты перестали гнездиться в том королевстве!

Вопрос в следующем: «Кто в ответе за случившееся? Самый Главный жук? Его советники? Или, может быть, аисты? А, может, коллектив, в каждом из которых есть свой Главный жук и свои аисты?». Ответ крайне важен для любого руководителя, любого уровня, у которого есть в подчинении хотя бы один человек. Так почему же перестали гнездиться аисты? Полагаю, у Николая Михайловича на этот вопрос был вполне однозначный ответ.

Говоря о Николае Михайловиче Синеве, хотелось бы подчеркнуть его умение располагать к себе собеседника и поощрять его рассказ или доклад. Он часто принимал позицию собеседника, если она была аргументирована, и никогда не упорствовал в заблуждениях. Беседы с ним были многоплановы, лаконичный стиль принятия решения был не в его характере. Он не признавал конкуренции на уничтожение, но всегда готов был поддерживать конкуренцию во имя качества и технического совершенства.

Прибыв на работу в Москву, он практически сразу начал наряду с работой в центральном аппарате работать в Московском энергетическом институте на кафедре атомных электростанций, разрабатывая и читая там основополагающий курс для отечественных и зарубежных студентов по стратегическим вопросам ядерной технологии и атомных электростанций с широким использованием материалов практически всех направлений технологических разработок в области ядерно-топливного цикла.

Аналогичный курс читался и продолжает читаться мною и сейчас в МИФИ. Наше сотрудничество в учебной сфере привело к созданию на базе обоих курсов уникального учебника по экономике АЭС и ядерного топлива, позднее атомной энергетики, который выдержал несколько изданий в СССР и в Китае.

Работая одним из руководителей Научно-технического управления Минсредмаша, после ликвидации системы совнархозов и объединения Госкомитета по использованию атомной энергии с Министерством, Николай Михайлович снова проявил свои удивительные индивидуальные склонности к глубокому проникновению в существо технологий, составляющих содержание деятельности промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов.

И здесь умение слушать и стремление глубоко проникнуть в суть явлений, установить существенные и корреляционные связи между техническими и внетехническими факторами, с учетом стратегических интересов страны, отрасли, и, что особенно важно, людей труда позволили ему снова направить свой опыт и знания в энергично формируемые новые задельные стратегические направления науки в отрасли. Не будет преувеличением сказать, что про-

изводственные технологии завтрашнего дня, по которым страна еще сохраняет лидирующие позиции, в значительной степени явились результатом деятельности НТУ при активном участии и энергичной поддержке Н. М. Синева.

Говоря, что «ничто человеческое ему не чуждо», нельзя не отметить активную социальную позицию Николая Михайловича. Так называемая математическая экономика социализма, базирующаяся на идеях Канторовича и на приоритете денежных параметров перед социальными, была для него абсолютно неприемлема. Вообще, следует сказать, что рыночная экономика при последовательном применении американских принципов формирования общественных отношений, ориентированных прежде всего на интересы акционера, противоречит историческому коллективистскому сознанию трудящихся нашей страны и их сформировавшемуся за семь десятилетий советской власти менталитету.

С этой точки зрения применительно к условиям консолидированного бюджета задач и ресурсов отрасли более корректным является ориентация на человека труда и на социальные приоритеты, ибо только в стране, где уровень валового внутреннего продукта на душу населения достаточно высок и где уровень оплаты труда адекватен реальному вкладу трудящихся, возможен переход к так называемой социально ориентированной рыночной экономике.

В 1987 году к 70-летию Советской власти был издан фундаментальный юбилейный труд «Советская атомная наука и техника», в котором были отражены основные вехи и этапы работ отрасли за прошедшие 40 лет, с момента начала работ в ядерной сфере и привлечения к этим работам коллективов ОКБ ЛКЗ и ОКБ завода им. Свердлова.

Заместителем главного редактора этого ответственного издания был Николай Михайлович Синев. Издание стало своего рода итоговым отчетом по работам отрасли, по работам каждого ее коллектива.

Нельзя не отметить большой вклад в развитие этих работ руководителей и сотрудников ЦКБМ: Петра Зиновьевича Черепанова, Ивана Федоровича Бычкова, Владимира Павловича Никитина, Лазаря Аркадьевича Аркина и многих-многих других.

Достойно лишь сожаления, что в связи с перестройкой и с переходом к рыночным отношениям два крупных направления деятельности ЦКБМ, такие как разработка и совершенствование ультрацентрифуг, а также разработка и совершенствование ядерных энергетических установок, в том числе для космоса, практически исчезли из стратегического плана работ конструкторского бюро, но, надо надеяться, что это еще не вечер.

В заключение хотелось бы сказать, что формирование научно-технических направлений и конструкторских школ такими людьми, как Н.М.Синев, И.А.Дружинский и их сегодняшними последователями, позволяют отрасли даже в условиях рыночной экономики, ориентированной на интересы акционеров, тем не менее сохранять высококвалифицированный кадровый потенциал и высокий научно-технический уровень разработок по вынужденно узко приоритетным направлениям, финансируемым сегодня в крайне ограниченной степени.

ОН СТОЯЛ У ИСТОКОВ РОЖДЕНИЯ ОКБ «ГИДРОПРЕСС»

Е.В. Куликов

О Николае Михайловиче Синеве я услышал впервые в 1964 году будучи сотрудником ОКБ «Гидропресс». В то время это ОКБ было одним из конструкторских бюро Подольского котлостроительного завода им. Орджоникидзе, выполнявшего задания Министерства тяжелого и энергетического машиностроения по атомной тематике. Это был период, как мне представляется, когда Минсредмаш СССР решал задачи атомной энергетики (в частности) с помощью таких ОКБ, созданных на крупных машиностроительных заводах страны специально для этих целей.

По-видимому, такая структурная схема руководства вопросами атомной энергетики — новой и очень сложной для периода 50-60 годов — была далеко несовершенной и не позволяла ответственно решать вопросы развития новой и небезопасной отрасли энергетики.

Косвенное подчинение таких ОКБ, принадлежащих разным министерствам, не позволяло Минсредмашу в установленные сроки выполнять постановления Правительства, выделяемые средства на развитие таких ОКБ заводами тратились не по назначению. ОКБ не развивались в соответствии с требованиями задач, которые они должны были решать при разработке первых новых проектов атомной энергетики. Особенно удручало слабое развитие экспериментальной базы и опытного производства таких ОКБ. Да это было и понятно. Заводы воспринимали и ощущали эти ОКБ как обузу, поскольку не они определяли производственный план, но в силу большой ответственности заданий требовали постоянного внимания руководства заводов.

В 1964 году Правительством СССР было принято решение разделить многочисленные конструкторские бюро от заводов, в составе которых они находились, и превратить их в самостоятельные конструкторские организации, подчинив Государственному комитету по использованию атомной энергии — самостоятельному теперь органу Правительства.

Сумма таких ОКБ — теперь уже самостоятельных организаций — по технологическим возможностям позволяла решить весь спектр научных, технологических, конструкторских и проектных задач для создания атомной энергетической станции. Т. е. этим решением, по существу, была рождена основа новой отрасли народного хозяйства — атомной энергетики.

И вот с разъяснениями этого правительственного решения в ОКБ «Гидропресс» весной 1964 года приехал Николай Михайлович Синев как заместитель председателя Госкомитета по использованию атомной энергии и как руководитель (по-видимому) Главного управления по атомной энергетике. Его изложение видения правительственного решения в настоящем и в перспективе были полными, яркими, конкретными и отражали наболевшие труднорешаемые проблемы. Будучи главным конструктором такого же ОКБ при ЛМЗ в Ленинграде, Николай Михайлович рассказывал о тех же чувствах и ощущениях, которые переживало и испытывало ОКБ «Гидропресс». Поэтому рассказ-беседа его носила убедительный характер, предлагаемые решения были понятны руководству и коллективу. Особенно впечатлительной была часть беседы о перспективе развития ОКБ «Гидропресс», его структуре, особенностях развития научно-исследовательской базы и опытного производства, без которых коллектив ОКБ «Гидропресса» просто задыхался.

Уже в это время, в частности ОКБ «Гидропресс», вело разработки опытных энергетических установок ВВЭР-1 для Ново-Воронежской АЭС, ВК-50 для Дмитровградской АЭС, атомной электростанции Райнсберг для Германской Демократической Республики.

Опытного производства как такового ОКБ не имело, планы изготовления опытных и стендовых изделий заводом им. Орджоникидзе систематически срывались, и процедура включения в производственный план завода изготовления опытных изделий походила на битву.

В качестве стендовой базы ОКБ имело «уголок» на одном из участков цеха серийного изготовления. Он не был оснащен сколь-нибудь значительными мощностями по энергии, воде, газу. Серьезных и масштабных экспериментов поставить в таких условиях

было невозможно. Поэтому многие конструкторские решения рождались на кончике пера и карандаша, носили бумажный характер и не были достаточно обоснованными, приводили к затяжке пуско-наладочных работ, и необходимости внесения изменений и доделок на площадке строительства объектов.

К сожалению таков был уровень инженерной культуры и практики на предприятиях Минтяжмаша, где уровень производственной и технологической мысли всегда задавливал конструкторские идеи и всегда вел дело к упрощению, хотя при этом терялось качество. Так нельзя было поступать в новом и сложном производстве — атомной энергетике, там требовалась стендовая проверка почти всем конструкторским решениям, как бы сложны или габаритны ни были стендовые установки. И когда Николай Михайлович говорил об этом, причем образно, как специалист разумом и «кожей» чувствовавший эту необходимость, мы все от рядового до главного конструктора понимали его и были с ним солидарны. Государственный кругозор и высокий научно-технический уровень рассказа-беседы Николая Михайловича убедил и вселил веру в коллектив ОКБ о высоком уровне компетентности нашего непосредственного руководителя в Госкомитете по атомной энергии. Коллектив ОКБ «Гидропресс» воспрял духом после этой по товарищески теплой и вместе с тем профессиональной беседы. Все, что обсуждалось, впоследствии сбылось. ОКБ «Гидропресс» вырос в конструкторскую организацию первоклассного уровня, известную своими успешными решениями в области атомной энергетики, признанную в отечественной и зарубежной среде энергетиков.

Николай Михайлович стоял не только у истоков рождения ОКБ «Гидропресс», он постоянно пестовал организацию, знал ее нужды, потребности, помогал в решении производственных, социальных и каждодневных вопросов. Везде и всегда он старался приподнять завесу перспективы, не ограничивался текущими решениями.

Даже будучи председателем Государственной пусковой комиссии первого блока Ново-Воронежской АЭС он использовал работу в ней как способ для дальнейшего совершенствования работы конструкторских и проектных коллективов, руководители которых были членами этой комиссии.

Большая, судьбоносная, жизненная удача коллектива ОКБ «Гидропресс» в частности, в том, что основы его как мощной промышленной организации закладывал такой высококлассный научно-технический и государственный гражданин СССР как Николай Михайлович Синев.

Не думаю, что у него не было трудностей. Самое тяжкое было, по-моему, — непонимание. Приходилось убеждать, доказывать, преодолевать мелкие конъюнктурные противодействия и в целом, по-моему, он справился с делом блестяще.

Я встречался в работе с Николаем Михайловичем и в дальнейшем, когда работал в Министерстве в 16 Главном управлении. Николай Михайлович все также по государственному, т.е. с анализом последствий от принимаемых решений, вершил дела в научно-техническом управлении Минсредмаша.

Образ его до сих пор всплывает в моем сознании по тому или иному поводу и я рад тому, что судьба меня свела с таким глубоко эрудированным специалистом высочайшего научно-технического уровня и государственным деятелем, все устремления которого были направлены на общественное благо.

ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ Н.М.

И. А. Анисимова

Мои воспоминания о годах работы под руководством Николая Михайловича самые светлые. Это Человек с большой буквы. Ровесник XX века, он прожил трудную, но интересную и многогранную жизнь — война 1914 года, революция, пятилетки, война 1941—45 гг, восстановление разрушенного народного хозяйства. Родившись в бедной семье в сельской местности, Николай Михайлович прошел славный путь до руководителя крупных предприятий. Везде судьба и характер ставили Николая Михайловича на передовые рубежи новой научно-технической мысли — реактивный двигатель, танки, атомная энергетика. Я коснусь тех воспоминаний из жизни Н.М., которые он сам мне рассказывал.

Николай Михайлович умел интересно с юмором рассказывать о своей жизни. Вот несколько запомнившихся эпизодов.

Родился Н. М. на зимнего Николу. В день крещения был сильный мороз. Старой бабушке дали держать младенца и она, прижав его к груди, завернула в свой длинный до пят тулуп. Когда запрягли лошадь, ехать в церковь, ребенка под тулупом не оказалось — он лежал на снегу, в ногах у бабушки. По мнению Н.М., он получил мощную закалку и всю последующую жизнь практически не болел.

Учиться Колю отдали в интернат для бедных и сирот, открытый помещиком Бельским, жившим в этих местах. Урок в этой школе изображен на живописном полотне «Устный счет» художника Богданова-Бельского, которое экспонируется в Государственной Третьяковской галерее. Художник-соученик Н.М. был бесфамильным сиротой. По окончании школы получил фамилию, состоящую из слов «богом данный» и фамилии помещика.

С детства отличительной чертой Н.М. была принципиальность и самостоятельное мышление. В интернате почти все ребята курили и некурящего Колю называли «слабак», на что получали ответ: «слабак не тот, кто курит, а тот кто не может бросить курить.» Н.М. не курил всю свою жизнь.

У Н.М. было много талантов, в том числе и музыкальных. Он хорошо играл на гармошке и около него собиралась молодежь со всей округи. Это сыграло не маловажную роль при выборе его комсомольским вожаком и сбору взносов, для чего ему был выдан небольшой сейф, который он вынужден был всегда и везде возить с собой.

Жажда знаний у Н.М. была с детства и до последних дней. Поступил в Институт им. Баумана. Но время было неоднозначное и студенты больше занимались политикой, чуть ли не ежедневно проходили собрания по кадровым вопросам. Связь со студенческой средой Н.М. не прерывал почти всю жизнь. Работая в Министерстве, читал лекции в МЭИ по курсу экономика атомной энергетики и затем издал монографию «Основы технологии и экономики ядерного топлива» (1980г). Книга стала настольной не только для студентов, но и для всех работающих в области атомной энергетики. Я счастлива, что получила в подарок эту ценную книгу с автографом автора. «На добрую память о годах совместной работы и сотрудничестве».

Примечательны военные события в жизни Н.М.

Начало войны застало Н.М. в Ленинграде, во время блокады города он был представителем ЦК партии на Кировском заводе. С первых дней войны завод поставлял тяжелые танки на Ленинградский и другие фронты, затем перешел на ремонт искалеченной техники: танков и орудий, доставляемых с передовой. Для немцев завод был «бельмом на глазу» и постоянно предпринимались попытки его уничтожить. На завод на парашютах сбрасывали бомбы, под одну из таких бомбежек попал Н.М., был контужен и попал в госпиталь. К счастью, все обошлось благополучно.

Николай Михайлович был очень трудолюбивым, любознательным, всесторонне, особенно технически, образованным человеком. К сотрудникам был внимателен, но требователен — когда надо делал замечания, за хорошо выполненную работу хвалил.

У Н.М. была собственноручно сделанная книжечка, размером с записную, но из кальки. В нее Н.М. копировал необычные автографы — от очень сложных до самых простых. Документов Главного научного управления получало очень много — было из чего выбирать.

Н.М. всегда очень внимательно изучал ответственные документы и благодаря своему каллиграфическому почерку целые резолюции умещал на полях документа, разобрать которые сотрудникам для дальнейшей работы не составляло труда.

Н.М. был очень наблюдательный, хорошо рисовал и поэтому быстро «схватывал» характерные черты лица. Н.М. показывал свою тетрадь, выдаваемую членам Ученого Совета Министерства на время заседаний, очень многие страницы которой покрыты зарисовками выдающихся людей — членов Ученого Совета и руководства Министерства, среди которых были зарисовки А.П. Александрова, Н.А. Доллежала, А.И. Чурина и других. Вероятно, это отличительная черта выдающихся людей, у А.С. Пушкина тоже все черновики в зарисовках.

Повезло тем, кому на жизненном пути встречаются такие люди как Николай Михайлович Синев. Мне особенно приятно отметить, что на 80-летие Н.М. подарил свою фотографию с надписью «На добрую память о совместной работе и с товарищеским уважением. 80-летний «атомный» дед».

* * *

Г.А. Мясников

Николай Михайлович Синев был необыкновенно талантливым рассказчиком, используя при этом жесты, мимику. Обладал большим чувством юмора. Причем его речь, даже если вопрос касался сложной техники, не изобиловала мудреными терминами, а состояла из простых слов и предложений, и видимо, поэтому запомнилась. Рассказы Николая Михайловича были разнообразными по содержанию. Вот два из них, слушателем которых посчастливилось быть и мне.

В середине 80-х годов, в один из редких уже приездов на наше предприятие, Николай Михайлович находился как раз в той комнате лаборатории 525, в которую устремлено жерло орудия тяжелого танка-памятника. Посмотрев за окно, Николай Михайлович

начал свой рассказ-воспоминание: «В то время я работал заместителем Главного конструктора Челябинского танкового завода. Зимой 1944 года мне было поручено представить тяжелый танк со 120 мм пушкой Руководству нашей Родины. Образец новой техники был погружен на платформу одного из воинских эшелонов и вместе с экипажем и мной прибыл в Москву. После разгрузки мы беспрепятственно проехали на танке через всю Москву прямо к Кремлю. У Боровицких ворот вышла заминка. Охрана довольно долго разбиралась, как быть далее с этим образцом новой техники и нами. Наконец, было дано «добро» и мы вместе с танком въехали в ворота, в Кремль и остановились у указанного подъезда. К нам вышел Иосиф Виссарионович Сталин.» Николай Михайлович доложил о прибытии. Товарищ Сталин расспросил сначала механика-водителя об управляемости машины, затем, заряжающего о степени загазованности в башне во время стрельбы. Попросил заряжающего показать его «рабочее место», залез в танк, чтобы лично убедиться в «удобстве» конструкции. На прощание Верховный Главнокомандующий пожелал экипажу успехов в ратных делах, Николаю Михайловичу — в конструкторских.

Осталось неизвестным, где отмечалась командировка. Но этот факт ввиду его малости по отношению к рассказанному значению не имеет.

Второй рассказ относится к концу 80-х годов. Мы с Генрихом Николаевичем Новиковым (начальник патентного отдела ЦКБМ с 1971 года по 1998 год) шли по коридору 9-го этажа нашего Министерства. Навстречу приближался своей уверенной походкой Николай Михайлович. Поздоровался запросто, спросил про дела на предприятии, про трудности. Генрих Николаевич рассказал, что предприятию поручено заниматься «молочной» проблемой: сепараторами, автоматами по расфасовке творожной массы и другими устройствами, не свойственными профилю предприятия.

Николай Михайлович с шуткой заметил, что эти проблемы ему знакомы не понаслышке.

«Когда мне было семь лет», — начал свой рассказ Николай Михайлович — «отец поручал мне крутить ручку сепаратора — у нас была маленькая маслобойка».

Затем Николай Михайлович вспомнил другую историю, которая относится к концу 50-х началу 60-х годов. Его вызвал Ефим Павлович Славский и сказал, что предприятию поручается конструирование и освоение производства турбомолекулярных насосов, в которых есть большая нужда у отрасли. «Я стал ссылаться — говорит Николай Михайлович, — на непрофильность ра-

боты, большую загрузку по проблеме по газодиффузионной проблеме, наличие в Москве специализированного Института по вакуумной технике и. т.д.»

«Перед Вами выбор, — сказал министр — или партбилет, или ТМН» ТМН был создан, налажено серийное производство. «Вот эта была проблема для тех лет», — улыбнувшись сказал Николай Михайлович — поэтому коллектив ЦКБМ справится с любой задачей на него возложенной. Я уверен.»

Прощаясь Николай Михайлович поделился, что занимается методом газовой диффузии, благо архивы стали открытыми.

С Николаем Михайловичем Синевым мы работали в разных управлениях и встречались чаще всего на различных совещаниях, проводимых в Министерстве.

Меня всегда приятно поражало умение Николая Михайловича логично изложить позицию Управления, которое он представлял (это НТУ), а часто доказательно обосновать и свое собственное мнение, хотя бы оно и не совпадало с мнением участников совещания.

Николай Михайлович умел и любил спорить, хотя это не всегда нравилось нашим руководителям.

Особенно запомнились жаркие споры, порой возникавшие и при обсуждении проблем разработки и эксплуатации газоцентробежного оборудования для разделения изотопов урана. В своей жизни Николай Михайлович много и успешно занимался конструированием газовых центрифуг и естественно имел в этой области богатый опыт.

Как правило, обсуждение проблемы этого нового уникального направления нашей промышленности проходило на секции НТС Министерства, которой руководил начальник 1-го Главного управления генерал А.Д. Зверев. Инженер-механик по оборудованию, талантливый руководитель А.Д. Зверев цепко держал в своих руках проблемы разработки и эксплуатации газовых центрифуг и ревностно относился к возражениям и спорам, постоянно возникавшим при рассмотрении тех или иных сложных вопросов.

Меня всегда поражало, что Николай Михайлович умел в этих горячих спорах часто убедить «самого генерала». После кончины А.Д. Зверева в 1986 году этой важной секцией и этой проблемой пришлось руководить мне, и мне очень пригодились советы, замечания, мнения, высказываемые Николаем Михайловичем при обсуждении проблем разработки центробежного оборудования и при принятии решений. Во второй половине восьмидесятых годов Николай Михайлович, выйдя на пенсию, продолжал работать в Курчатовском институте. Он всегда присутствовал на нашей секции и до начала заседания просил меня, не забыть дать ему возможность выступить. Я не забывал...

Николай Михайлович не дожил до нашего времени. Его жизнь оборвалась в 1990 году накануне политических и экономических перемен в России. Личность Н.М. Синева, как крупного ученого формировалась в то прошлое время, которое характерно высоким уровнем науки и техники вообще, и особенно атомной, в России. Я, вспоминая о нем, позволю себе сказать, при каких обстоятельствах состоялось мое знакомство с ним.

Я более пятнадцати лет работал Ученым секретарем секции реакторов Научно-технического Совета (НТС), заместителем Ученого секретаря НТС и последние десять лет Ученым секретарем межведомственного Научно-технического Совета по атомным электростанциям при Минсредмаше. Моя работа состояла в организации экспертизы проектов и исследовательских работ для реакторов и другого оборудования военного, гражданского и другого назначения. Естественно, что экспертами были ученые и видные специалисты из разных областей науки и техники, но так или иначе имеющие отношение к новой, мало известной отрасли. Мне приходилось в этот период часто встречаться с интересными людьми, что я с удовольствием вспоминаю. Н.М. Синев был одним из тех интересных ученых, с которым я встречался чаще, чем с другими.

В процессе многих встреч со специалистами сложилось впечатление, что их можно конечно весьма условно, разделить на две группы. Первая — генераторы новых идей в технике и науке. Вторые — исполнители этих идей, то есть разработчики проектов, установок, конструкций, оборудования. Николай Михайлович был одновременно генератором идей и их разработчиком. Счастливое сочетание, но, к сожалению, очень редкое среди специалистов. Он был крупным талантливым конструктором технологического оборудования для производства обогащенного урана, что является основой использования урана в военном и мирном направлении. Его работы в этом направлении считаются главным вкладом в атомную промышленность. К этому же направлению надо отнести разработку насосов для реакторов различного назначения.

Имя Николая Михайловича хорошо известно не только как конструктора, но и как педагога. Его перу принадлежат монографии по экономике АЭС и по технологическому оборудованию, которые стали пособиями для вузов и заполнили пробел, который у нас имел место в литературе для подготовки специалистов.

Сочетание активной работы в промышленности и педагогической деятельности требует много сил и энергии. Главное в этом деле — желание сделать больше для государства.

Двери его кабинета на Кировском заводе, или в Государственном комитете по мирному использованию атомной энергии, или в научно-техническом управлении были всегда открыты для посетителей с благожелательной беседой по техническому, научному и житейскому вопросу. Таким он был как человек.

Я не могу не упомянуть его благожелательного расположения к защите моей диссертации на соискание степени доктора технических наук. Его дружеское отношение выделяло среди других специалистов. Его отличало отсутствие амбициозности и компетентность в области создания новой техники. Это делало популярным его имя среди работников атомной отрасли. Его имя как инженера, конструктора и ученого войдет в историю, которая будет написана будущим поколением. Это будет история становления и развития атомной энергетики, которая в будущем может быть полностью заменит традиционную энергетику. Николай Михайлович Синев был многогранным человеком и его философские взгляды были подтверждены практической, научной и общественной деятельностью.

ЭТАПЫ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

с VI-1920 по IX-1922	гор. Сычевка Смоленской губернии	Воспитанник детдома и делопроизводитель отдела народного образования
с IX-1922 по VIII-1923	гор. Сычевка Смоленской губернии	Плакатчик городского кино
с VIII-1923 по VI-1924	с. Катерюшки Сычевского уезда Смоленской губернии	Статистик, кассир Ассуйского волисполкома
с VI-1924 по IX-1924	гор. Смоленск	Курсант 2-х месячных курсов красных учителей при губ. ОНО
с IX-1924 по IV-1925	ст. Катынь, Московско-Белорус-Балтий- ской ж.д.	Учитель опытно-показательной школы I ступени
с IV-1925 по VIII-1925	гор. Смоленск	Председатель уездного бюро юных пионеров Смоленского укома ВЛКСМ
с VIII-1925 по IX-1927	гор. Смоленск	Зам. председателя губ. Бюро юных пионеров Смоленского губкома ВЛКСМ
с IX-1927 по VIII-1932	гор. Москва	Студент механико- машиностроительного института им. Баумана
с VIII-1932 по X-1936	гор. Ленинград	Инженер-конструктор, нач. спец. стенда, ст. инженер-конструктор отдела особых двигателей Научно- исследовательского института гражданского воздушного флота на Кировском заводе
с X-1936 по XI-1937	гор. Ленинград	Начальник конструкторской бригады СКБ Кировского завода
с XI-1937 по III-1940	гор. Ленинград	Начальник СКБ НКАП на Кировском заводе
с III-1940 по I-1941	гор. Ленинград	Начальник СКБ Центрального котло-турбинного института
с I-1941 по XI-1941	гор. Ленинград	Зам. главного конструктора ОКБ Кировского завода
с XI-1941 по III-1942	гор. Челябинск	Зам. главного конструктора по Уральскому комбинату тяжелых танков при Кировском заводе
с III-1942 по VIII-1942	гор. Челябинск	Зам. директора и главный инженер опытного танкового завода №100 при Кировском заводе

с VII-1942 по VIII-1944	гор. Челябинск	Зам. главного инженера и нач. экспериментального отдела завода №100 при Кировском заводе
с VIII-1944 по III-1945	гор. Ленинград	Директор филиала завода №100 на Кировском заводе
с III-1945 по VI-1947	гор. Ленинград	Парторг ЦКВКП(б) и секретарь парткома на Кировском заводе
с VI-1947- VI-1948	гор. Ленинград	Главный конструктор ОКБ Кировского завода
с VI-1948 по X-1950	г. Верхнейвинск Свердловской обл.	Начальник отдела №6 Машзавода
с X-1950 по IV-1961	гор. Ленинград	Главный конструктор ОКБ Кировского завода
с IV-1961 по I-1966	гор. Москва	Заместитель председателя Госкомитета по использованию атомной энергии
с I-1966 по VI-1969	гор. Москва	Зам. начальника Главка Министерства среднего машиностроения СССР
с VI-1969 по XII-1969	гор. Москва	Вр. исполняющий обязанности начальника Управления Министерства среднего машиностроения СССР
с XII-1969 по IX-1986	гор. Москва	Зам. начальника Управления Министерства среднего машиностроения СССР
с IX-1986	гор. Москва	Пенсионер

СОДЕРЖАНИЕ

Биография Н.М. Синёва	3
Воспоминания конструктора тяжелых танков	5
Обогащенный уран для атомного оружия и энергетики	45
Научные основы работы конструктора	149
Мой старший брат	155
Семья	160
Создатель ЦКБМ	167
О Николае Михайловиче Синёве и Центральном Конструкторском Бюро Машиностроения	177
Он стоял у истоков рождения ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	189
Штрихи к портрету Н.М.	192
Он умел убедить «САМОГО ГЕНЕРАЛА»	197
Он был популярен среди атомщиков	198
Этапы трудовой деятельности	201

В серии «Творцы ядерного века»

**ТВОРЦЫ
ЯДЕРНОГО
ВЕКА**



Е. П. СЛАВСКИЙ

**ТВОРЦЫ
ЯДЕРНОГО
ВЕКА**



М. В. Петрянов-Соколов

**ТВОРЦЫ
ЯДЕРНОГО
ВЕКА**



Н. А. ДОЛЛЕЖАЛЬ

вышли следующие книги:



НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ СИНЕВ

*Мемуары и
Воспоминания*

Составители: А.Н. Синёв и Г.Г. Малкин

Компьютерная вёрстка Б.И. Оводов

ЛР № 030719 от 20.01.97

Подписано в печать 25.10.00. Формат 60х90/16
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 13. Тираж 1000 экз.
Заказ 799

Издательство по Атомной науке и технике ИздАТ
Международной Ассоциации Союзов «Чернобыль-Атом»
123182, Москва, ул. Живописная, д. 46: тел. 19090 97

Отпечатано в ППП «Типография «Наука»
121099 Москва, Г-49, Шубинский пер., д. 6