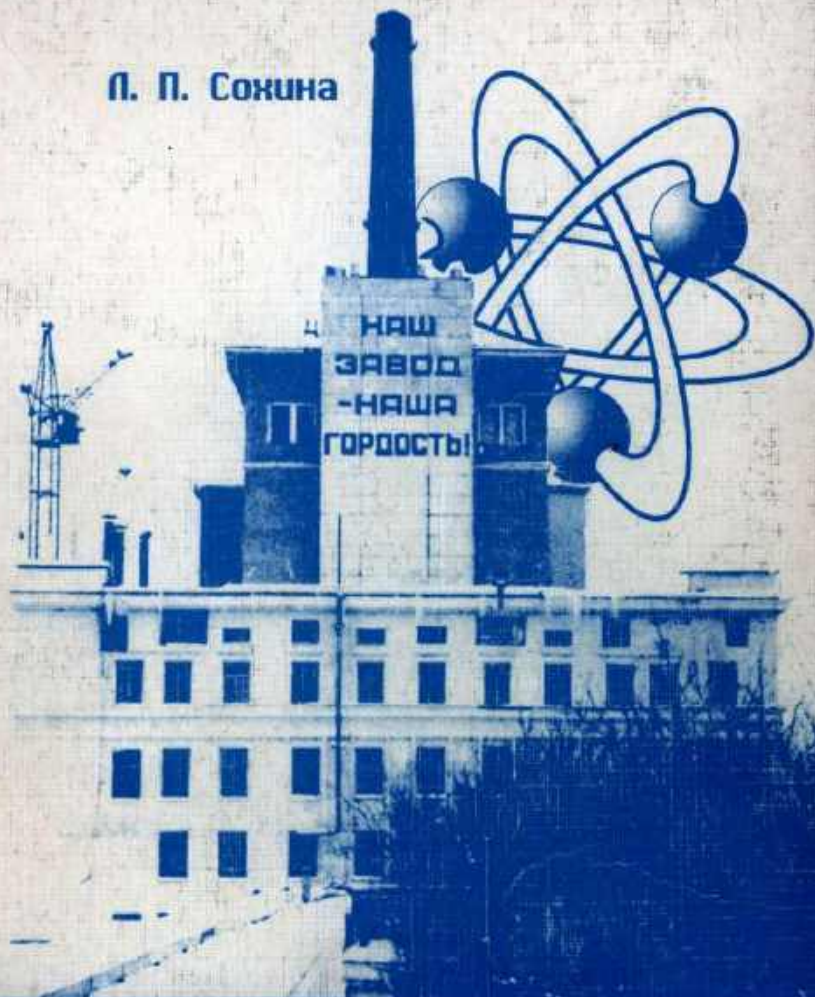


П. П. Сохина



**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ
РАДИОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА
ПО "МАЯК"**

2001 год
г. Озерск

Л.П.СОХИНА

**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ
РАДИОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ОБЪЕДИНЕНИЯ
“М А Я К”**

Озерск
2000



Л.П.Сохина на комбинате "Маяк" работала с 1948 по 1988 гг. Участвовала в разработке и освоении технологии получения высокочистого металлического плутония. Под руководством академика И.И.Черняева разрабатывала технологию извлечения плутония из шлаков и других отходов металлургического отделения. После защиты кандидатской диссертации в 1953 году была переведена в ЦЗЛ комбината, назначена начальником лаборатории по очистке от радиоактивности жидких сбросных растворов. С

1959 по 1976 гг. работала заместителем начальника ЦЗЛ. Начиная с 1959 года вела исследования по тематике радиохимического завода, руководила работой по выяснению возможных каналов неучтенных потерь плутония в осадительной технологии и их устранению. По этой тематике защитила докторскую диссертацию. С 1976 по 1988 гг. возглавляла ЦЗЛ. Вела работы по влиянию продуктов разрушения экстрагента на технологический процесс. Лауреат премии Совета Министров СССР. Почетный гражданин города Озерска.

Свое повествование я посвящаю работникам радиохимического завода, проявившим мужество, бесстрашие при пуске завода "Б" и при последующем совершенствовании его технологии.

В книге "Как создавалась атомная промышленность в СССР" А.К.Круглов отмечает: "Выделение граммовых количеств плутония из тонны облученного урана, наработанного в промышленном ядерном реакторе, является наиболее сложной и опасной частью уранового проекта" [1]. Эта же мысль звучит и в книге Г.Смита "Атомная энергия для военных целей", где описывается история создания Манхеттенского атомного проекта в США [2].

Радиохимикам, радиометристам, механикам действительно пришлось на заводе "Б" (25) решать трудную и очень опасную задачу. Содержание продуктов деления в выделенном плутонии по требованию физиков не должно превышать 0,00001 % от массы плутония. Такие требования к чистоте металла по тем временам казались невероятными. Подобных задач химическая промышленность не решала.

О пуске и становлении радиохимического завода написано много книг [3], [4], [5], [10]. Во всех книгах убедительно показано, с какими трудностями столкнулись строители, монтажники при строительстве завода и монтаже оборудования. В книге Г.Полухина впечатляюще описаны работы механиков, слесарей [4].

Однако, во всех изданных книгах совершенно недостаточно показана роль радиохимиков (технологов и аналитиков) в решении задачи по выделению плутония из облученных блоков.

Неспециалисту трудно даже представить себе всю сложность проведения химического процесса, когда в исходном растворе после растворения блоков плутония содержится около 100 мг/л, урана - сотни граммов, активность доходит до 100 Кюри/л.

Технологию необходимо было вести практически вслепую, используя дистанционный метод управления.

В ранее опубликованных книгах также недостаточно показана роль ученых, работавших над проблемой выделения плутония. Надо отдать должное ученым, и в первую очередь ученым Радиевого института, чья технология, разработанная на имитаторах плутония, в лучшем случае на его импульсных количествах, была освоена в промышленном масштабе за очень короткий срок — полгода.

Не повторяя исторических фактов, уже описанных в книгах [3], [4], [5], [10], я решила большее внимание обратить на описание химического поведения плутония, урана и продуктов деления в области высоких γ -полей, показать, как технологам удавалось создавать режимы технологического процесса, обеспечивающие устойчивую работу завода, приводящие к повышению выхода целевого продукта-плутония и повышению его качества.

Вынужденная спешка в получении очищенного плутония от урана и продуктов деления, несовершенство технологии и особенно аппаратного оформления процесса, коррозия оборудования, приводящая к нарушению герметичности аппаратов, привели к тому, что многие работники завода получили хроническую лучевую болезнь, рано ушли с завода, а многие и из жизни.

В дальнейшем уже следующие поколения завода совместно с исследователями ЦЗЛ и отраслевых институтов талантливо и с энтузиазмом вели работы по совершенствованию производства, что позволило резко улучшить условия труда на заводе, стабилизировать процесс, сократить объем жидких сбросных растворов и содержание в них плутония.

В этих работах активное участие принимала автор воспоминаний Л.П.Сохина.

Глава 1. РОЛЬ РАДИЕВОГО ИНСТИТУТА В СОЗДАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛУТОНИЯ ИЗ ОБЛУЧЕННЫХ УРАНОВЫХ БЛОКОВ

Радиевый институт был практически единственным институтом в СССР, способным разработать технологию извлечения плутония из облученных урановых блоков. Разработка технологии в исключительно короткие сроки (1945-1948) стала возможна благодаря прочному фундаменту знаний, заложенных в Радиевом институте в предшествующие годы.

Определяя задачи Радиевого института в самом начале его деятельности, в 1922 году, директор института академик Владимир Иванович Вернадский говорил: "Радиевый институт должен быть организован так, чтобы он мог направлять работу по овладению атомной энергией — самым могучим источником силы, к которому подошло человечество в своей истории".

Эта задача стала определяющей на все последующие годы деятельности института [6].

Еще в 1919 году Радиевому институту была поручена труднейшая задача — организация Березниковского опытного завода по производству препаратов радия из отечественного уранового сырья. Содержание радия в отвалах составляло 0,01-0,02 %, а содержание его в выделенном продукте должно было составлять около 50 %. Работой руководил Виталий Григорьевич Хлопин. Ему и его сотрудникам эту сложную и опасную для здоровья работу приходилось проводить в лабораторных условиях. Ими были разработаны приемы и аппаратура для работы с высокоактивными препаратами, методы химического и физического контроля препаратов радия и других радиоактивных веществ. Была создана необходимая измерительная аппаратура: ионизационные камеры, универсальные электроскопы [7]. Для выделения радия из урановой руды В.Г.Хлопин использовал осадительный вариант технологии.

Итак, коллективу, имеющему в своем составе высококвалифицированных радиохимиков, физиков-радиометристов, длительно работающих с радиоактивными веществами, было в 1945 году поручено создание технологии извлечения плутония из облученного урана.

Академик Виталий Григорьевич Хлопин был назначен научным руководителем проблемы.

В.Г.Хлопин прекрасно понимал необходимость, всю сложность и важность решения задачи получения ядерной энергии и не представлял себе ее решения без участия коллектива Радиевого института, а также своего личного участия.

1.1 РАЗРАБОТКА АЦЕТАТНО-ФТОРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛУТОНИЯ ИЗ УРАНОВЫХ БЛОКОВ

5 декабря 1945 года - начало отсчета времени разработки химической технологии выделения плутония из урановых блоков. На эту работу было отпущено не более полгода. Работы в институте были развернуты немедленно, в напряженном ритме. К решению проблемы были привлечены все радиохимики и многие физики института.

По инициативе В.Г.Хлопина в декабре 1945 года были созданы три бригады для разработки разных вариантов технологии [8]. Под руководством Виталия Григорьевича Хлопина разрабатывалась осадительная ацетатно-фторидная технология.

Под руководством члена-корреспондента АН СССР Александра Абрамовича Гринберга разрабатывались оксалатно-купфероновая и висмут-фосфатная технологии. Бригада член-корреспондента АН СССР Бориса Александровича Никитина разрабатывала экстракционную схему извлечения плутония из урана с использованием диэтилового эфира в качестве экстрагента.

В институте общей и неорганической химии (ИОНХе) под

руководством академика Ильи Ильича Черняева разрабатывалась карбонатная схема извлечения плутония из блоков урана.

Для всех осадительных схем необходимо было найти такие соединения, в которые бы в одних случаях только плутоний изоморфно входил в кристаллическую решетку макрокомпонента (урана), в других случаях — в кристаллический осадок макрокомпонента изоморфно входили бы отдельные продукты деления урана (ПД), а сам уран и плутоний полностью оставались бы в растворе.

Быстрее других схем была проработана ацетатно-фторидная осадительная схема, которая давала более устойчивые результаты, и была в то время наиболее надежной, не требовала особо сложных аппаратов. Проектные работы по ней также шли быстрее, используемые реагенты были сравнительно дешевы и доступны [7].

Предложенная В.Г.Хлопиным технология включала циклы окислительных и восстановительных осадений натрийуранилтриацетата с последующей доочисткой плутония от РЗЭ на фториде лантана. Процесс выделения и очистки плутония от осколочных элементов (продуктов деления) основывался на различном поведении окислительных и восстановительных форм плутония. Суть ацетатно-осадительной технологии заключалась в следующем:

После растворения урановых блоков в азотной кислоте, в раствор добавлялся окислитель бихромат калия для перевода плутония в шестивалентное состояние и проводилось осаждение соли натрийуранилтриацетата, в кристаллическую решетку которого изоморфно входил только шестивалентный плутоний. В фильтрате оставались все стабильные элементы: железо, хром, кремний, алюминий и практически все продукты деления (ПД). По лабораторным данным сброс активности на первой операции составлял около 99 %.

Осадок после тщательной промывки растворялся в азотной кислоте, плутоний восстанавливался бисульфитом натрия до 4 валентного состояния и вновь проводилось осаждение соли натрийуранилтриацетата. При этом плутоний на 98 % оставался в растворе.

Предполагали, что два окислительных и два восстановительных ацетатных осадений позволят в основном отделить уран и плутоний от осколочных элементов и достаточно полно разделить их друг от друга. Технология казалась простой, компактной и легко реализуемой в производственных условиях.

Далее предстояло сконцентрировать плутоний до десяти-двадцати граммов на литр и дополнительно очистить его от следов урана и продуктов деления лантан-фторидным методом. Следует отметить, что лантанфторидный метод является исторически первым методом выделения плутония из урана. Он был описан Абельсоном и Мак-Милланом в 1940 году (Phus Rev. 57, 1185 (1940)).

В.Г.Хлопин предложил использовать этот метод для доочистки плутония после ацетатных осадений. Однако, забегаая вперед, нужно сказать, что этот метод оказался очень трудным для промышленной технологии из-за сильной коррозии оборудования и от него на производстве впоследствии отказались.

Над ацетатно-фторидной технологией под руководством академика В.Г.Хлопина работали А.П.Ратнер, В.И.Гребенщикова, А.М.Гуревич, И.Е.Старик, А.Г.Самарцева, М.А.Пасвик-Хлопина и др.

Технологию растворения урановых блоков, очехлованных алюминиевой оболочкой, разрабатывали В.И.Парамонова, П.М.Чулков, А.Ф.Вьюгина, А.М.Трофимов под руководством профессора ЛГУ Б.П.Никольского [6].

В начале все исследования по разработке технологии велись на имитаторах плутония — на лантане, тории, на нептунии-239, полученном при облучении урана нейтронами на циклотроне РИАН. В дальнейшем работы проводились на невесомых, импульсных количествах плутония.

Первый плутоний в Радиевом институте 208 имп/мин был выделен В.Г.Хлопиным, Б.А.Никитиным, А.П.Ратнером, В.И.Гребенщковой, В.М.Вдовенко, А.М.Гуревич. Физики К.А.Петржак и М.И.Якунин определили пробег альфа-частиц плутония-239 и разработали метод его радиометрического определения.

К 1 апреля 1946 года бригада В.Г.Хлопина представила принципиальную технологическую схему будущего завода. Дальнейший успех был обеспечен работой опытных технологов и инженеров проектного института под руководством Якова Ильича Зильбермана и И.К.Хованского. Этот коллектив за один месяц разработал общую аппаратурную схему завода, составил материальный баланс, провел расчеты расходных норм реагентов.

29 апреля 1946 года РИАН совместно с ГСПИ-11 выпустил технологическую часть проектного задания объекта "Б" (25), получившую по цвету обложки название "Синяя книга" [9].

В мае 1946 года в РИАН приехала специальная комиссия первого главного управления (ПГУ) под председательством М.Г.Первухина. Доклад по ацетатно-фторидной схеме в сравнении с другими осадительными схемами делал Хлопин.

Интересно, что уже в этом докладе Хлопин отмечал преимущества экстракционного метода, который, по его мнению, более количественно позволит выделить плутоний, более полно очистить уран и плутоний от продуктов деления на первой стадии процесса и очень существенно, считал Хлопин, то, что в экстракционной технологии не будут образовываться осадки, которые представляют значительную сложность для работы в условиях радиации [7], [9].

Члены комиссии детально ознакомились с состоянием работ и рекомендовали принять за основу для проектирования и строительства радиохимического завода ацетатно-фторидную технологию. Но предварительно рекомендовали провести проверку технологии на большем количестве плутония. Для этой цели была создана опытная установка в НИИ-9 недалеко от реактора Ф-1, который строился И.В.Курчатовым в лаборатории 2 (ныне Российский научный центр - Курчатовский институт).

1.2 ПРОВЕРКА АЦЕТАТНО-ФТОРИДНОЙ СХЕМЫ НА УСТАНОВКЕ 5 В НИИ-9

В 1947 году ацетатно-фторидную схему, принятую как основную для уже строящегося завода "Б" (25), начали проверять на опытной установке 5 в Москве в НИИ-9, где директором был Виктор Борисович Шевченко.

Для проверки представленной технологии использовались слабооблученные в реакторе Ф-1 урановые блоки. Начальником установки 5 был назначен М.В.Угрюмов.

1 марта 1947 года на установку 5 поступил контейнер с урановыми блоками. Активность блоков равнялась нескольким Кюри на килограмм урана [11].

М.В.Гладышев — ветеран комбината "Маяк", работавший на установке 5, вспоминает: "Однажды ночью нас вызвал к себе в кабинет В.Б.Шевченко, повел во двор института и приказал выгружать из машины облученные блоки. Выгрузку блоков вели без каких-либо приспособлений: брали блоки руками в перчатках и укладывали их в ящики. На следующий день загрузили партию блоков в аппарат-растворитель.

Установка 5 была смонтирована практически без защиты от излучения. Люди работали без средств индивидуальной защиты в личной одежде, сверху надевали лишь халат" [10].

Наиболее основательно работу на установке 5 описал Борис Петрович Никольский: "В течение нескольких месяцев я работал на установке 5. Сначала неполадки на установке шли буквально на всех переделах технологии. Причина заключалась в крайне неудачной конструкции установки, которую сотрудники НИИ-9 поспешили создать без консультации с учеными РИАН.

Проводить на этой установке процессы так, как они были запроектированы, оказалось практически невозможно. Установку пришлось переделать.

Институт НИИ-9 тогда был совсем молодой, по-существу, только организовался и опытных кадров не имел.

Зинаида Васильевна Ершова, хотя и стажировалась в свое время в институте Марии Кюри, была все же в большей степени физиком-специалистом по измерению излучения, чем радиохимиком.

Все последующие работы на установке велись под руководством Б.А.Никитина. Его заместителями по технологии были назначены профессор А.П.Ратнер и я. А.П.Виноградов был заместителем Б.А.Никитина по аналитическому контролю.

На установке работали сотрудники РИАНа, НИИ-9, ИФХАНа, ИОНХа и работники строящегося в Челябинске радиохимического

завода. От проектной организации на установке постоянно присутствовал Яков Ильич Зильберман.

На установке, проработавшей 1,5 года, было проведено 6 туров опытов, состоящих из нескольких десятков операций. Были отработаны отдельные процессы ацетатной технологии, сняты показатели по очистке урана и плутония от продуктов деления в ацетатной схеме. Но лантан-фторидную технологию до конца довести не удалось, так как не могли преодолеть трудности, связанные с коррозией оборудования. Продукты коррозии искажали течение процесса" [8].

Концентрирование плутония из раствора после ацетатного осаждения и очистку его до требуемой кондиции пришлось проводить лантан-сульфатным методом в лаборатории. Руководил этой работой Всеволод Дмитриевич Никольский.

Справедливости ради следует отметить, что лантан-сульфатная схема ранее была применена Борисом Васильевичем Курчатовым (братом Игоря Васильевича) для выделения и концентрирования плутония из раствора после растворения урановых блоков, извлеченных из реактора Ф-1 на различных стадиях процесса накопления плутония.

Под руководством Б.В.Курчатова эту работу проводили Г.Н.Яковлев, И.С.Морозов [12].

В работе по выделению плутония из облученных урановых блоков вместе с Г.Н.Яковлевым работали инженеры строящегося комбината в Челябинске-40 - А.Н.Тымонюк, А.А.Васильченко, И.В.Белевский.

Под руководством В.Д.Никольского в лаборатории лантан-сульфатный метод очистки плутония был существенно усовершенствован.

К концу 1948 года с установки 5 было выдано около 0,5 грамма плутония высокой чистоты. Полученный плутоний был передан металлургам для разработки метода получения металлического плутония [11].

В радиохимической лаборатории В.Д.Никольского было получено в чистом виде несколько соединений плутония. Растворы 3-, 4- и 6- валентного плутония залили в ампулки, ампулки запаяли.

В коробке, на черном бархате эти ампулки закрепили. Два академика Андрей Анатольевич Бочвар , Илья Ильич Черняев и директор института Виктор Борисович Шевченко повезли коробочку в Правительство показывать соединения плутония, впервые полученные в СССР [11].

Растворение урановых блоков на установке 5 проводилось под руководством Б.П.Никольского. Для растворения алюминиевых оболочек применяли 10 % азотную кислоту с катализатором. В качестве катализатора использовали нитрат одно- или двухвалентной ртути.

Урановые стержни растворяли в концентрированной азотной кислоте. Растворение блоков шло без существенных осложнений. Здесь много внимания стали уделять улавливанию радиоиода, выделяющегося при растворении блоков. Для улавливания иода-131 были привлечены сотрудники ИФХАН член-корреспондент АН СССР Симон Залманович Рагинский и Неонила Евгеньевна Брежнева. Работники ИФХАН занимались также вопросами хранения высокоактивных отходов производства [8].

Специалисты РИАН не только сами работали на установке, но и обучали тех, кому предстояло работать на радиохимическом заводе. На установке 5 получили необходимый опыт работы будущие руководители завода "Б" (25) М.И.Ермолаев, Б.В.Громов, М.В.Гладышев, Н.С.Чугреев, Н.Г.Чемарин, Е.Д.Вандышева, Л.П.Сладкова, Е.И.Сапрыкина и многие другие.

За работой на установке пристально следил В.Г.Хлопин.

Крупнейший русский ученый В.Г.Хлопин внес значительный вклад в неорганическую, аналитическую и физическую химию, в химию комплексных соединений и геохимию. Но главное дело всей его жизни было связано с проблемами радиоактивности, изучением свойств и поведения радиоактивных элементов. На этот путь Виталия Григорьевича направил его великий учитель и друг Владимир Иванович Вернадский.

Следует подчеркнуть масштабность В.Г.Хлопина не только как выдающегося ученого, но и прекрасного организатора, общественного деятеля и педагога.

Много сил отдано им становлению и развитию Радиевого института, радиевой и атомной промышленности.

Огромная заслуга В.Г.Хлопина в подготовке радиохимиков, в создании советской радиохимической школы. В 1945 году им была создана первая в стране кафедра радиохимии в Ленинградском государственном университете.

Виталий Григорьевич был принципиальным и твердым человеком в своих убеждениях и поступках. Как и Владимир Иванович Вернадский в трудные годы Хлопин защищал своих учеников, помогал нуждающимся. Он всегда стремился принять удар на себя, ручаясь за человека, с которым работал и которому доверял.

В 1945 году после получения ответственного задания Хлопину передали от Берии письменное указание, что из штата института к этой работе не может быть допущен и должен быть уволен ряд сотрудников, химиков и физиков. Виталию Григорьевичу стало плохо.

Когда он пришел в сознание, он сказал: "Передайте Лазрентию Павловичу пусть начинает с меня". Это было проявлением настоящего, неподдельного героизма!

В те времена Берия мог начать и с него. В результате, к счастью, не исключили ни одного из указанных в письме сотрудников института.

Радиевый институт был любимым детищем Хлопина. Благодаря Виталию Григорьевичу в институте царила особая доброжелательная атмосфера, увлеченность наукой. Хлопин был доступен для всех, справедливо строг, обаятелен, проявлял интерес к каждому сотруднику, очень любил ходить по лабораториям и с интересом наблюдать за ходом эксперимента.

Виталий Григорьевич умер 10 июля 1950 года. После смерти Хлопина Радиевому институту было присвоено его имя и была установлена премия имени В.Г.Хлопина [16].

Мы выполнили Родины наказ

“Год сорок пятый ... отгремел салют Победы
Казалось, навсегда покончено с войной,
Повергнут в прах фашизм и кончились все беды,
Но ... “гриб” зловещий вырос над Землей!
Раздался страшный взрыв над Хиросимой,
О коем и не ведал белый свет,
В мгновенье город превратив в руины,
Он смерть принес и сотни тысяч бед...
Чтоб усмирить губительное пламя
И поджигателей войны унять,
В борьбе за мир народ наш поднял знамя
И мир нам надо было защищать.
Мы начинали здесь (на Урале) свое большое дело
Почти совсем без передышки от войны,
А чтоб упрочить мир, нам Родина велела
Создать надежный, мощный щит страны...”

***Ветеран ПО “Маяк”
И.П.Померанцев***

Глава 2 ПРОМЫШЛЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ОРУЖЕЙНОГО ПЛУТОНИЯ НА ПЕРВОМ РАДИОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ - ЗАВОДЕ “Б”(25)

2.1 ПОДГОТОВКА ЗАВОДА “Б”(25) К ПУСКУ

Пока на установке 5 и в исследовательских лабораториях РИАН, ИФХАН, НИИ-9 шла доработка ацетатно-фторидной схемы, на Урале, в Челябинске-40, в темпе заканчивалось строительство завода “Б”(25).

В сентябре 1948 года радиохимический завод "Б"(25) был подготовлен к пуску. Потребовалось всего 2 года, чтобы уникальное, не существовавшее ранее в стране производство было спроектировано и построено за столь короткое время.

Проект радиохимического завода выполнял Ленинградский государственный проектный институт (ГСПИ-11). Руководством института (А.И.Гутов, В.В.Смирнов) было создано специальное бюро комплексного проектирования завода (начальник бюро Л.А.Сытин, главный инженер А.А.Хоникевич) [1].

На радиохимический завод с реактора "А" должны были поступать очень активные блоки. Активность 1 тонны облученного урана равнялась сотням тысяч гамма-эквивалентов радия. Большую часть активности давали короткоживущие радионуклиды. После выдержки облученных блоков в бассейне в течение 120-140 суток (для распада короткоживущих продуктов деления и радиоиода-131) активность блоков уменьшалась в сотни раз [1], но активность оставалась очень большой.

Но так как плутоний был срочно нужен для получения основного изделия — атомной бомбы, в первый год работы завода "Б" выдержка блоков в бассейне была не 120 суток, а 45 [5], активность блоков была очень высокой.

Проектанты понимали, что безопасность обслуживающего персонала и населения, проживающего вблизи завода, имеет перво-степенное значение, поэтому уже на стадии проектирования завода пытались предусмотреть такие технические решения, которые бы в какой-то степени обеспечивали безопасную работу персонала и минимальное радиологическое воздействие завода на окружающую среду.

Предусматривалась установка многочисленных специальных контрольно-измерительных приборов для раннего оповещения нарушения технологического процесса.

Громадная интенсивность радиации от продуктов деления урана на всех химических операциях требовала применения дистанционных методов управления процессом.

В нашей стране заводов с дистанционным управлением не было. Проектировать такой завод пришлось впервые.

Одновременно необходимо было решать и вторую сложнейшую задачу — безопасное хранение высокоактивных жидких и твердых отходов, улавливание радиоактивных газов и аэрозолей из воздуха, сбрасываемого заводом в атмосферу.

Для снижения уровня загрязнения прилегающей к комбинату территории в проекте было предусмотрено строительство самой высокой на Урале вытяжной трубы (150 м), которая позволила бы на первых порах разбавлять выбрасываемый заводом "грязный" воздух чистым и рассеивать таким образом радионуклиды на большой территории, резко уменьшая их концентрацию в атмосфере и в приземном слое.

Для хранения высокоактивных отходов (ВАО) было спроектировано хранилище (комплекс "С"), объем которого был рассчитан на прием 15 тыс. м³ отходов в год [1].

Радиохимический завод и особенно хранилище ВАО — комплекс "С" — были очень бетоноемкими. Мощные железобетонные стены хранилища ВАО были перекрыты бетонными плитами более, чем двухметровой толщины. Верхняя защитная плита каждой емкости, где должны были храниться ВАО, была армирована 40-миллиметровыми стальными стержнями. Вес каждой плиты, закрывающей емкость, равнялся 160 тоннам.

Строители завода об этом сооружении высказывались так: "Массивность могильника действовала нам на чувства, наверное, как пирамида египетских фараонов" [13].

Трудно было представить, что найдется сила, способная разрушить такую крепость, но в 1957 году защитная плита емкости (160 тонн) взлетела на высоту в несколько десятков метров [12].

На первом этапе проектирования ученые Радиевого института участвовали во всех разделах проекта, включая основной технологический процесс, контрольно-измерительную аппаратуру, выбор конструкционных материалов для оборудования, хранение радиоактивных отходов, мероприятия по защите персонала.

Сроки ввода в эксплуатацию завода были утверждены сверхжесткими, поэтому проектирование, строительство и монтаж оборудования шли практически одновременно.

Завод строился каскадом. Если в отделении растворения блоков уже были видны последние этажи здания и возвышалась вытяжная труба, то на месте конечного фторидного отделения только рыли котлован [10].



РАДИОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД "Б". ОСНОВНОЕ ЗДАНИЕ 101

В августе 1948 года штат завода был полностью утвержден. Директором завода был назначен Петр Иванович Точеный - опытный руководитель, очень общительный, добродушный человек.

Главным инженером был утвержден Борис Вениаминович Громов - молодой, энергичный, эрудированный кандидат технических наук, вскоре защитивший докторскую диссертацию.

Николай Григорьевич Чемарин был назначен начальником исследовательской группы.

Александр Александрович Пасевский - начальником технического отдела.

Борис Васильевич Брохович - главным электриком.

Михаил Ефимович Сопельняк - главным механиком.

Михаил Иванович Ермолаев - начальником аналитической лаборатории.

Семен Борисович Цфасман - начальником службы КИПиА.

Юрий Сергеевич Фролов - начальником службы Д.

Производственному персоналу под руководством ученых предстояло изучить и освоить в кратчайший срок в промышленном масштабе технологию выделения и очистки плутония, освоить сложнейшую аппаратуру, научиться дистанционно управлять процессом.

Технология, которую предстояло внедрять на заводе, была неизведанной, не имеющей аналогов в существующей промышленности Советского Союза, очень опасной. К тому же некоторые ключевые проблемы к моменту пуска завода предстояло еще решать.

Колоссальные трудности на заводе пришлось преодолевать ученым и производственному персоналу прежде чем была освоена и внедрена технология получения граммовых количеств плутония требуемого качества.

В августе 1948 года на заводе была создана специальная пусковая бригада из ученых.

Руководителем бригады назначили Бориса Александровича Никитина, его заместителями по технологии - профессора РИАН А.П.Ратнера и профессора Б.П.Никольского, заместителем по аналитическому контролю производства члена-корреспондента АН СССР Александра Павловича Виноградова.

Из Радиевого института в пусковую бригаду вошли В.М.Вдовенко, Г.В.Горшков, От проектного института (ЛГС) - Я.И.Зильберман, от НИИ-9 - М.И.Ермолаев, М.В.Гладышев, С.Б.Цфасман, М.В.Угрюмов, Г.М.Дюжиков, от лаборатории 2 (ЛИПАНа)- Б.В.Курчатov [8].

Круг обязанностей членов пусковой бригады был весьма широк: наблюдение за монтажом оборудования, проверка всей аппаратуры и контрольно-измерительных приборов, проверка всех химреагентов, необходимых для производства, составление и проверка технологических инструкций и регламентов для всех отделений, организация опытных и исследовательских работ, решение многочисленных научных и технических вопросов, возникающих при пуске и начале эксплуатации завода.

На членов бригады возлагалось научное руководство отделениями завода и лабораторией. Организация всех опытных и исследовательских работ возлагалась на Б.А.Никитина.

Б.П.Никольский отвечал за растворение облученных урановых блоков и за организацию физико-химического контроля производства. Научный руководитель завода Александр Петрович Ратнер отвечал за освоение ацетатной технологии.

С.З.Рагинский был назначен ответственным за изучение действия радиации на технологический процесс и поведение осколочных элементов в технологии.

Борис Васильевич Курчатov отвечал за изучение сорбции плутония и радионуклидов на осадках, оборудовании. Академик А.А.Гринберг был назначен ответственным за изучение окислительно-восстановительных процессов в радиоактивных растворах.

Г.В.Горшков был ответственным за радиометрический контроль. Бригаде Г.В.Горшкова также вменялись в обязанность проверка эффективности защиты от радиации на всех участках и снятие дозиметрических карт в отделениях при их пуске.

М.В.Гладышев был назначен научным руководителем отделения фторидной очистки [1], [8].

Детально ознакомившись с состоянием дела, Б.А.Никитин к концу сентября составил развернутый план предпускового опробования первой нитки завода.

Первые операции по ацетатной технологии решили проводить на необлученном уране. Был запланирован весьма значительный перечень необходимых работ по устранению выявленных недостатков, касающихся монтажа оборудования. Много внимания было уделено размещению контрольно-измерительных приборов.

Под руководством Б.П.Никольского удалось разработать конструкцию датчика для определения значения pH, знание которого были крайне необходимы при осаждении осадка натрий-уранилтриацетата. На заводе по этой разработке в срочном порядке было изготовлено несколько приборов, которые сразу же установили в аппараты. По указанию начальника ПГУ Л.Б.Ванникова все сотрудники бригады Б.П.Никольского были отмечены премией [8]. Но по свидетельству начальника отделения Б.Е.И.Сапрыкиной все эти pH-метры, к сожалению, очень скоро вышли из строя и осаждение приходилось проводить без контроля величины pH, имеющей первостепенное значение при ацетатных осаждениях натрий-уранилтриацетата. Впоследствии над разработкой pH-метров активно и удачно работали прибористы завода 40, в частности В.Н.Лахтикова.

После проведения всех неотложных работ 22 декабря 1948 года состоялся пуск завода "Б" (25).

Забегаая вперед, следует отметить, что очень непросто, с большими осложнениями шло освоение технологии.

В период пуска завода возникли трудности, связанные с переходом от лабораторных разработок к крупномасштабному производству. Емкости аппаратов на заводе измерялись сотнями и тысячами литров, число трубопроводов, запорной арматуры, всякого рода приборов исчислялось сотнями. Длина коммуникаций равнялась нескольким километрам.

Стало ясно, что технологический процесс в радиохимии нельзя окончательно отработать в "пробирке" на миллиграммовых количествах плутония. Необходим был ряд промежуточных этапов от первоначальной химической идеи до внедрения процесса в производство. Однако времени для этого не было. Трудности были связаны не только с проблемой масштаба, но и с несравнимым уровнем радиационных полей. В условиях интенсивной ионизации многие химические реакции шли иначе, чем в лабораторных условиях.

В условиях интенсивной ионизации:

- ускорялась коррозия конструкционных материалов;
- шел интенсивный радиоллиз водных растворов, в результате которого образовывались радикалы, перекись водорода, большое количество восстановителей. Все это создавало значительные трудности в поддержании валентного состояния плутония в заданном режиме;
- органические вещества разрушались, происходила полимеризация продуктов разрушения органики, а это отрицательно влияло на процесс;
- энергия излучения нагревала растворы и затрудняла контроль за температурой при ведении технологии [1], [9].

К вышеописанному следует еще добавить, что в промышленном масштабе пришлось иметь дело с 30-ю различными элементами (радионуклидами), обладающими различными свойствами.

Состав этой системы не мог быть смоделирован в лабораторных условиях [9].

За короткий срок нельзя было на установке 5 отработать технологию во всех деталях. Пришлось технологию уточнять непосредственно на заводе в период пуска, что будет детально показано далее.

РАДИОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД “Б”(25) ПРАВИЛЬНО СЧИТАТЬ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫМ ЗАВОДОМ, на котором предстояло отработать технологию, оборудование, выявить и устранить все недоработки проекта, чтобы облегчить в дальнейшем работу на других радиохимических заводах страны.

22 декабря 1948 года на завод “Б”(25) поступила первая продукция с атомного реактора.

При пуске каждого отделения в помещении щита управления кроме начальника отделения и производственного персонала обязательно присутствовали главный инженер завода Б.В.Громов, научный руководитель завода А.П.Ратнер, главный технолог проекта Я.И.Зильберман.

Начальный период работы завода обнаружил все трудности ведения технологии и показал многие недостатки проекта.

2.2 РАСТВОРЕНИЕ ОБЛУЧЕННЫХ УРАНОВЫХ БЛОКОВ (ОТДЕЛЕНИЕ 2)

Начальником отделения растворения блоков был назначен Василий Иванович Титов, начальниками смен - молодые девушки: Александра Неретина, Галина Боровина, Зоя Зверькова, Екатерина Бровкова.

Первые операции по растворению блоков проводили под руководством Б.П.Никольского.

Растворение оболочки блоков надо было проводить в 10 % азотной кислоте с добавкой катализатора-нитрата двухвалентной ртути. Для растворения урана концентрацию азотной кислоты в растворе необходимо было увеличить до 40 %.

При пуске отделения 2 не обошлось без курьеза, вызванного волнением людей в столь ответственный и торжественный момент [8].

Так, перед началом операции растворения в аппарат нужно было загрузить катализатор — нитрат ртути. Главный инженер завода

Б.В.Громов подошел к аппарату с баночкой и собственноручно загрузил реактив. Время идет, а растворение не начинается. Процесс растворения начала З.А.Зверькова, затем уже в другой смене продолжила А.И.Неретина. Общая растерянность, тревога. Потом выяснилось, что в волнении перепутали баночки с реактивами: вместо нитрата ртути загрузили нитрат лантана [8].

Банка не имела этикетки, так как режимная служба считала, что название реактива может привести к рассекречиванию технологии. Надо было знать, какой реактив на какой полке в шкафу находится.

Когда загрузили катализатор — нитрат ртути, растворение оболочки прошло удовлетворительно.

Неудача при растворении первой партии заставила поволноваться научного руководителя и персонал отделения. Но, конечно, гораздо больше было серьезных трудностей и неудач при освоении других переделов технологии, которые приходилось преодолевать иногда весьма большой ценой.

Азотнокислый раствор на фоне очень большой концентрации урана содержал около 100 мг/л плутония. Активность раствора доходила в отдельных партиях до 100 Кюри/л [14].

От растворения алюминиевой оболочки в азотной кислоте с нитратом ртути через некоторое время отказались. Использование соли ртути в процессе растворения приводило к усилению коррозии оборудования, накоплению металлической ртути в коммуникациях и значительным потерям плутония с алюминийсодержащими растворами. Пришлось осваивать другую технологию растворения оболочки.

Растворение алюминиевой оболочки стали проводить в растворе щелочи, затем в растворе щелочи с добавкой в раствор нитрата натрия. Добавка в раствор нитрата натрия позволила резко сократить выход взрыво-опасного водорода в газовую фазу [15].

Растворение урановых блоков в азотной кислоте сопровождалось интенсивным газовыделением. При растворении 1 тонны урана выделялось 230 м³ газа и пара [15].

Смесь окислов азота, аммиака, водорода, поступающих в большую трубу, при определенных условиях могла привести к взрыву

и пожару. Под руководством Б.П.Никольского и М.И.Ермолаева проводились работы по предотвращению взрыва при растворении блоков. Особенно большую опасность представляло растворение блоков, содержащих в своем составе магний. "Хлопки" от растворения магниевой керамики были, но обошлось без серьезных последствий. Н.Г.Чемарин - руководитель исследовательской группы завода много внимания уделял технологии растворения блоков.

Под руководством М.И. Ермолаева молодые специалисты Е.И. Андреев и Е. Чванкин определили удельную активность парогазовой фазы. В парогазовой фазе кроме радиоактивных благородных газов криптона и ксенона обнаружили заметное количество радиоиода, радиоброма и радиорутения. Количество выбрасываемых радиоактивных аэрозолей зависело от параметров растворения блоков. Распределением радиоактивного иода между жидкой и газообразной фазами занималась Н.Н.Горбовская. Распределение радиорутения между жидкой и газовой фазами изучала И.М.Рязанцева.

Начальник смены А.И.Неретина вспоминает, как много было в отделении помех и технических несуразностей. Так, например, загрузка блоков из контейнеров, поступающих из реактора в аппарат, проводилась через течку, имевшую прямоугольное сечение и два уклона. Блоки часто застревали на изгибах трубы. Со всего завода приходилось собирать мужчин для проталкивания блоков в аппарат, а иногда в течку вставляли металлическую трубу и кувалдой били по ней несколько часов.

Только после изменения конструкции течки работать стало легче.

Урановые блоки никогда до конца в аппарате не растворялись, всегда оставались "карандаши", которые при выдаче раствора попадали в вентили, и последние начинали пропускать раствор, находясь в закрытом состоянии.

Приходилось часто вентили менять. Операция эта была очень трудоемкая и опасная для здоровья человека. Вентильная ниша была узкой — 0,5-0,7 метра. В столь узком пространстве механику трудно было повернуться. Кроме того, в нише проходили коммуникации, по которым передавались активные растворы.

При замене вентилях механики получали высокую дозу облучения.

После того как перед вентилями поставили ловушки, работать стало легче и безопаснее [18].

Одной из первых женщин инженеров-механиков была Лидия Петровна Захарова (Сладкова). Лидия Петровна приехала на комбинат "Маяк" летом в 1947 году после окончания Казанского технологического института.

Наступил 1948 год. Началась подготовка завода к работе и пуск завода.

Лидия Петровна была назначена дежурным инженером-механиком завода "Б" (25), работала в смене Анны Васильевны Кузьмичевой. Ох, и не женская работа механика, особенно на радиохимическом производстве!

Много пришлось ей хлебнуть "грязи", так как во время освоения завода часто из строя выходили вентили, приходилось по-новому проводить коммуникации.

Небольшого роста, худенькая девушка командовала слесарями, механиками при проведении аварийных работ. Рабочие к ней относились с уважением, потому что к моменту пуска завода она хорошо знала расположение оборудования, аппаратов, коммуникаций, вентилях и могла быстро и эффективно организовать работу. В наиболее сложных ситуациях часто лично проводила наиболее ответственную, опасную работу.

Лидию Петровну знал весь коллектив завода "Б" (25) не только как инженера-механика в период пуска завода, но и как секретаря комсомольской организации завода.

Молодая, жизнерадостная девушка своей веселостью, энергией воодушевляла молодежь не только на производственную работу, но и на большие общественные дела. С каким задором молодые люди готовили площадки для строительства домов, расчищали лед на озере для катка, проводили вечера отдыха с песнями и танцами. Жизнь кипела, и Лида была во всех делах заводилой.

2.3 ОЧИСТКА УРАНА И ПЛУТОНИЯ ОТ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ. (ОТДЕЛЕНИЕ 3)

Начальником отделения 3 недолго была Татьяна Федоровна Коровина, затем стал — Е.С.Костарев. Начальниками смен были А.Н.Тымонюк, В.П.Снурникова, С.Ф.Кукушкин, Л.И.Краснова. Отделение урана и плутония от продуктов деления проводили с помощью окислительного ацетатного осаждения.

На первых порах ученые и производственный персонал столкнулись с большими трудностями — наблюдался повышенный сброс плутония в декантат.

В исходном азотнокислом растворе, поступающем в отделение, плутоний находился в 3- и 4- валентном состоянии. Его надо было переводить в 6-валентное состояние, так как только 6- валентный плутоний изоморфно входит в кристаллическую решетку натрийуранилтриацетата.

В.Г.Хлопин, А.П.Ратнер и В.И.Гребенщикова в лаборатории отработали условия окисления плутония бихроматом калия. Однако по разработанному ими регламенту на заводе в декантат сбрасывалось ~ 10 % плутония вместо 1-2 %. Высокая и b-активность раствора (10-20 5гэквRa/л 0 и -45-100 Кюри/л) способствовала радиолизу воды и азотной кислоты с образованием большого количества восстановителей для шестивалентного плутония [19]. Пришлось значительно увеличить количество бихромата калия в растворе [15] , [19].

Много плутония сбрасывалось и с промывными водами. Научный руководитель завода А.П.Ратнер и главный инженер завода Б.В.Громов систему прямых промывок осадка заменили системой обратных промывок. Выполненные мероприятия привели к снижению сброса плутония с промывными водами [20].

На первых порах возникли трудности и с очисткой плутония и урана от продуктов деления. Коэффициент очистки осадка натрийуранилтриацетата на производстве был во много раз ниже проектных [15].

В 1952-1954 гг. под руководством Б.П.Никольского на заводе была проведена большая работа по изучению распределения осколочных элементов между технологическими продуктами по всей цепочке. Исследования были связаны с изучением поведения в производственных растворах осколочных элементов с наиболее сложными химическими свойствами (Zr, Nb, Ru, РЗЭ). В этой работе активное участие принимали сотрудники ЦЗЛ: Г.Д.Торопов, Г.Б.Покровский, Ж.И.Норенко, М.А.Арапова, А.В.Лупанова и др.

Одним из существенных результатов этой работы было установление факта преимущественного захвата циркония и ниобия осадком натрийуранилтриацетата [17].

А.П.Ратнер предложил изменить химическое состояние этих радионуклидов перед ацетатным осаждением путем введения перекиси водорода в раствор.

В 1952-1955 гг. под руководством А.П.Ратнера и М.В.Посвольского процесс был разработан детально и после успешной проверки в производственных условиях в 1955 году внедрен на заводе. Осаждение соли натрийуранилтриацетата в присутствии перекиси водорода обеспечивало повышенную очистку урана и плутония уже на первом окислительном осаждении, что позволило в дальнейшем отказаться от второго окислительного осаждения. Это сразу снизило общее количество операций, объем сильнозасоленных отходов, одновременно повысило производительность технологического передела. Внедрение перекисно-ацетатного осаждения явилось крупнейшим усовершенствованием ацетатной технологии [17].

2.4 ОТДЕЛЕНИЕ ПЛУТОНИЯ ОТ ОСНОВНОЙ МАССЫ УРАНА. (ОТДЕЛЕНИЕ 6)

После очистки урана и плутония от продуктов деления следующей ответственной операцией является их разделение методом восстановительного ацетатного осаждения.

Начальником отделения 6 была назначена молодая девушка, только что окончившая Московский технологический институт, — Екатерина Ивановна Краснопольская (в замужестве Сапрыкина).

Начальниками смен были: Серафима Васильевна Голованова, Борис Михайлович Болотов, Иван Алексеевич Яковлев, Любовь Ивановна Морозова, Татьяна Даниловна Щербакова.

В отличие от шестивалентного плутония трех- и четырехвалентный плутоний с кристаллами натрийуранилтриацетата изоморфных соединений не образует.

Четырехвалентный плутоний в ацетатных растворах образует хорошо растворимые, достаточно устойчивые комплексные соединения.

Для получения плутония в четырехвалентном состоянии использовали раствор восстановителя бисульфита натрия.

Для более полного отделения плутония от урана важно было получать крупнокристаллический осадок натрийуранилтриацетата. По замыслу авторов схемы к исходному азотно-кислomu раствору, содержащему 4-валентный плутоний, должны были добавлять 25-процентный раствор ацетата натрия. При этом образовался крупнокристаллический осадок натрийуранилтриацетата, плутония в виде комплексного соединения в растворе оставалось 98 %. Когда же в 1951 году перед заводом была поставлена задача повысить производительность, крайне остро встал вопрос о нехватке ацетата натрия. Химическая промышленность страны не могла быстро увеличить поставку ацетата натрия. Тогда, по предложению Б.В.Громова, восстановительное ацетатное осаждение стали проводить не ацетатом натрия, а путем нейтрализации 40-процентной щелочью свободной азотной и уксусной кислот, образующихся при растворении осадка натрийуранилтриацетата. При взаимодействии уксусной кислоты с ионами натрия образовывался ацетат натрия [17,20,21]. Раствор ацетата натрия, приготовленный в отделении 1, использовался в незначительном количестве в конце операции лишь для создания буферного раствора с целью снижения содержания урана в маточном растворе.

Внедрение нового режима привело к осложнению технологии разделения плутония и урана. Осадок натрийуранилтриацетата стал

плохо фильтроваться, захват плутония им увеличился до 10 %.

Из воспоминания Е.И.Сапрыкиной следует: "Узел фильтрования осадка оказался самым трудным и опасным для здоровья работающих. Фильтрование зависело от качества осадка, а качество осадка в свою очередь зависело от содержания в растворе железа, хрома. При нейтрализации азотно-кислого раствора 40-процентным раствором щелочи происходило местное образование гидроксидов железа и хрома, которые как ил обволакивали кристаллы натрийуранилтриацетата, ухудшая фильтрацию осадка и увеличивая захват им плутония и продуктов деления.

Были случаи, когда осадок совсем не фильтровался, тогда работникам отделения 6 приходилось идти в каньон, где были установлены фильтры, брать с собой небольшую лопатку, а то и кусок трубы и поднимать осадок вручную на фильтре, чтобы ускорить фильтрацию и промывку. Как бы быстро аппаратчики не делали эту работу, все равно переоблучались" [22].

В конце 1950 года метод фильтрации был заменен на декантацию. Работники отделения стали значительно меньше облучаться, но качество разделения плутония и урана при этом ухудшилось. В плутониевый раствор стало больше поступать урана и продуктов деления.

А.П.Ратнер, Б.В.Курчатов, Б.П.Никольский проводили исследования по получению крупнокристаллического осадка уранила. Хорошие результаты были получены при нейтрализации азотно-кислого раствора содовощелочным раствором [17]. Это не только решило проблему экономии ацетата натрия, но и привело к получению более плотных осадков без включения в осадок гидроксидов железа. Б.В.Курчатов на основании лабораторных данных предлагал для более полного отделения плутония от урана в раствор добавлять сильные комплексообразователи типа трилона Б [23]. Впоследствии заводчане для более полного разделения урана и плутония использовали этот метод.

Промытый осадок натрийуранилтриацетата растворяли в азотной кислоте, раствор выдерживали в отд. 15а полгода для распада радиониобия и радиоциркония, после чего проводили марганцовую очистку и только после этого раствор поступал в отделение 15, где

получали товарный продукт (прод. 80) и готовили его к отправке на другой завод с целью использования урана вместо природного.

Владимир Михайлович Константинов вспоминает: "Очень опасным и трудным участком отд.15а был узел марганцовой очистки урана. Фильтрация марганцовой пульпы проводилась через полотно бельтинг на нутч-фильтрах, которое периодически надо было удалять. Главная трудность заключалась в большом гамма-фоне в каньонах, который доходил до 20 тысяч мкР/сек.

Наиболее неудачно был спроектирован узел фильтрации товарного продукта 80. Урановая пульпа сливалась через запорный вентиль на нутч-фильтр, покрытый бельтинговой тканью. Осадок на фильтре промывался, высушивался и затем вручную совками загружался в мешки из плотной бумаги (крафтмешки), помещенные в пакеты из мешковины, позднее — в деревянные ящики, затем стали упаковывать в герметичные прорезиненные мешки. В конце 50-х годов изготовили контейнеры из стали, но в них опять-таки загружали соль урана совками [21].

Рассчитывали, что осадок будет хорошо отмыт от продуктов деления, но этого не произошло. Гамма-активность в каньоне, где работали люди, была очень высокая.

Расфасовка осадка вручную в мешки и замена фильтрующей ткани были самыми опасными операциями, так как радиоактивная пыль попадала внутрь организма человека.

Через год смонтировали подвесную центрифугу, работать стало легче, но еще долго соль натрийуранилтриацетата (прод. 80) загружалась в мешки совками.

Начальник цеха 3 И.Г.Евсиков много сделал по реконструкции технологических узлов отделения 15. Не считаясь с личным временем, загрязнениями, он самоотверженно вел работы на самых трудных и опасных участках.

При осаждении ацетатных осадков производственники столкнулись еще с одной проблемой. Осаждение натрийуранилтриацетата серьезно осложнялось образованием устойчивых пен, занимающих иногда значительный объем в аппарате. Образующаяся пена затрудняла отстой осадка, попадала в сдувочные коммуникации, увеличивая потери урана и плутония [21,24].

Е.И.Сапрыкина в своих воспоминаниях описывает первую операцию осаждения ацетатного осадка уранила [22,24].

“Первую операцию по осаждению NaUO_2Ac_3 мы проводили в отделении 6 на необлученном уране в присутствии А.П.Ратнера, Б.В.Громова, Я.И.Зильбермана. Всех интересовала крупность кристаллов осадка и процесс фильтрации его через бельтинговую ткань. Операция проводилась строго по регламенту. После окончания процесса все пошли в каньон посмотреть на качество осадка. Однако осадка на фильтре не было. Громов даже усомнился, в тот ли каньон я привела “науку”. Оказалось, что скорость подачи барботажного воздуха для перемешивания пульпы была так велика, что произошла флотация всего уранового осадка и выброс его с пеной в вентиляционный короб, который проходил по крыше здания 101. Пришлось в декабре 1948 года вскрывать вентиляционный короб и выскребать из него осадок урана.

Я.И.Зильберман не мог поверить, что тяжелый урановый осадок может флотироваться и попросил меня в его присутствии провести аналогичную операцию при открытой крышке аппарата. Операцию мы начали вести по регламенту, включили барботажный воздух для перемешивания осадка. Мы едва успели отбежать от аппарата, так как сфлотированный осадок поднялся очень быстро под самую крышку. После этого эксперимента скорость перемешивания осадка воздухом была резко уменьшена.

Над снижением пенообразования при ацетатных осаждениях уранила активно работали А.П.Ратнер, Б.П.Никольский, М.И.Ермолаев [17,21]. Сначала по предложению А.П.Ратнера для пеногашения стали использовать керосиновый контакт (контакт Петрова). Затем сотрудники РИАН предложили более эффективный пеногаситель — сульфанол [17].

2.5 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПЛУТОНИЯ И ОЧИСТКИ ЕГО ОТ СЛЕДОВ УРАНА И ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ. (ОТДЕЛЕНИЯ 8,12, СХЕМА "ББ")

Ацетатная технология позволила очистить плутоний и уран от основной массы ПД и отделить плутоний от урана.

Далее необходимо было сконцентрировать плутоний до десятка граммов на литр и очистить его окончательно от урана и осколочных элементов.

Ацетатный декантат после восстановительного осаждения поступал в отделение 7, где проводилось щелочное концентрирование плутония. Эта операция позволяла уменьшать объем раствора перед последующим фторидным процессом. Начальником 7 отделения был Анатолий Федорович Пащенко.

Лантан-фторидный метод концентрирования и очистки плутония (отделение 8)

Радиохимический завод строился по ацетатно-фторидной технологии, поэтому фторидный метод концентрирования и очистки плутония от следов урана и ПД стал осваиваться в первую очередь. Суть фторидного метода:

После щелочного концентрирования плутоний в азотно-кислом растворе окислялся бихроматом калия до шестивалентного состояния, затем к раствору добавлялась соль нитрата лантана и проводилось осаждение фторида лантана плавиковой кислотой. С осадком фторида лантана соосаждались редкоземельные радионуклиды и радиоцирконий. Плутоний, уран и часть ПД оставались в растворе.

После отделения осадка лантана плутоний в растворе восстанавливался бисульфитом натрия до четырехвалентного состояния и осаждался фторид плутония фторионами, содержащимися в растворе в избытке.

Декантат, содержащий уран, продукты деления, направлялся в

отделение 9, где после длительного отстаивания осадка тетрафторида плутония, декантат сбрасывался, а осадок тетрафторида снова возвращался в отделение 8 для доизвлечения из него плутония. Затем по технологии тетрафторид плутония предстояло переводить в гидроксид плутония. С этой целью проводились многократные разварки фторидного осадка плутония гидроокисью калия. Гидроокисный осадок, освобожденный от ионов фтора, растворяли в азотной кислоте.

Азотно-кислый раствор плутония (пр. 30А) являлся товарным продуктом для химико-металлургического завода.

При проектировании завода "Б" (25) и при проверке лантан-фторидной технологии на установке 5 было уже ясно, что наиболее тяжелым участком схемы будет фторидное отделение 8 из-за сильной коррозии конструкционных материалов в среде фтор-иона и загрязнения раствора продуктами коррозии. На опытной установке 5 проверить фторидную технологию даже не удалось, так как в результате образования большого количества продуктов коррозии процесс вообще не пошел [8]. Лантан-фторидную технологию предстояло дорабатывать на заводе.

Начальником фторидного отделения был назначен кандидат технических наук Николай Самойлович Чугреев, а научным руководителем Михаил Васильевич Гладышев.

Николай Самойлович был энергичным человеком, быстро ориентировался в сложных технологических ситуациях. Работа на производстве в период пуска так его увлекала, что порой он забывал о технике безопасности и получал повышенные дозы облучения. М.В.Гладышев вспоминает: "Чугреев просто игнорировал действие радиации на организм человека; внушил себе, что радиация на него не действует [10], но радиация никого не щадила, не пощадила она и Чугреева".

В каньон отделения он часто входил в своем личном костюме, набросив на себя лишь халат. Работники отделения отмечали, что в каком костюме Чугреев приехал в Челябинск-40 из Москвы, в нем же уезжал в Москву". При этом шутили: "Сколько же он увез плутония и радионуклидов в Москву" [20].

Начальниками смен в отделении 8 в основном работали женщины: Г.Н.Зырянова, А.А.Васильченко, А.С.Попова, В.И..Цимбалист, Т.Н.Липская.

Операторами в этом грозном отделении также в основном работали молодые девушки, только что окончившие техникум: Герасимова Зина, Урядова Вера (Померанцева), Вилкова (Левунина) Оля, Кузнецова Фая, Аликина Валя и несколько парней: Кнутов Федя, Чернышев Алексей и др. Опыта работы у них не было, но было большое желание работать хорошо, познавать процесс аффинажа плутония.

Освоение лантан-фторидной технологии шло очень трудно. При осаждении четырехвалентного плутония и лантана (носителя) вместе с ними осаждалось большое количество макропримесей железа, хрома, никеля, палладия, которые в растворе накапливались в результате коррозии оборудования.

Специалист по коррозии профессор Георгий Владимирович Акимов и его сотрудники много работали по подбору подходящего материала для оборудования. Они сначала предложили делать аппараты и коммуникации из нихрома, а вентили из палладиевого сплава. При рекомендации этих материалов учитывали только их стойкость к коррозии в азотно-фторидной среде, но они не учли, что продукты коррозии будут влиять на технологический процесс [8].

Первые операции, проведенные в отделении 8, дали весьма неприятные результаты - плутония в конечном продукте почти не оказалось. Вместо ожидаемых десятков граммов нашли только миллиграммы [8], [9]. Не был обнаружен плутоний в нужном количестве и в промежуточных растворах.

Работа на заводе проводилась под пристальным наблюдением службы Берии. Сталин постоянно интересовался результатами работы у И.В.Курчатова.

На заводе возникла весьма и весьма нервная обстановка: все забегали, начали делать повторные анализы, проводить совещания.

Можно было себе представить разочарование персонала и ученых, когда при всей тщательности и сложности строительства завода, монтажа оборудования, проведения технологии в конечном растворе плутония не оказалось.

Он, плутоний, как бы ускользал, исчезал, а ведь его получение было главной целью работы всех специалистов завода.

Переволокновались ученые здорово, потом успокоились, стали

искать "пропажу". Оказалось, что практически весь плутоний отложился на поверхности оборудования - на нихrome и особенно много на палладиевом сплаве, который основательно разрушился. Стало ясно, что продукты коррозии резко нарушили ход процесса [8].

А.П.Ратнер, Б.А.Никитин, И.Е.Старик, Б.В.Громов, Н.С.Чугреев, М.В.Гладышев стальными щетками соскребали осадок, содержащий плутоний, с внутренних стенок аппаратов. Были разрезаны коммуникационные линии отделения 8, и там тоже обнаружили значительное количество осадков, содержащих плутоний. Наскребли некоторое количество осадка, но как выделить плутоний из него — не знали. Осадок передали в заводскую лабораторию для разработки метода регенерации плутония. Коммуникации отделения 8 без предварительной отмывки захоронили в могильнике [8].

После этого аппараты и коммуникации сделали из драгметаллов. Аппарат, где осаждали фторид лантана с редкоземельными радионуклидами, был выполнен из серебра, а аппарат, где проводилось осаждение фторида плутония и его разварка в щелочи, был сделан из нержавеющей стали и футерован платиной. Но и это не помогло. Несмотря на использование дорогостоящих материалов, коррозия оборудования шла очень интенсивно.

А.Н.Тымонюк в своих воспоминаниях описывает такой случай: "Прохудилась платиновая футеровка аппарата. Аппарат нужно было извлечь и отремонтировать, а в нем был осадок фторида плутония. Мне дали бригаду солдат, каждый из них должен был войти по одному разу в каньон, зачерпнуть из аппарата осадок и высыпать его в поддон. Несомненно, на этой операции люди получили заметное воздействие радиации на организм [20]".

В связи с сильной коррозией оборудования, изготовленного из различных металлов, академик И.В.Тананаев предложил оборудование фторидного узла сделать из органических материалов [10].

"Легко сказать поменять все оборудование отделения" пишет М.В.Гладышев. Это значит сломать отделение и смонтировать его заново. Однако консилиум ученых, среди которых были А.П.Виноградов, Б.А.Никитин, Б.П.Никольский, А.П.Ратнер, вынужден был признать необходимость замены аппаратов. Начался перемонтаж отделения в условиях большой загрязненности. Вместо

аппаратов из серебра и платины установили аппараты из плексигласа и запорную аппаратуру и коммуникации из винидура. Потребовался год для полного переоборудования отделения.

В плексигласовых аппаратах можно было наблюдать ход процесса. Б.П.Никольский отметил следующее: "Несмотря на отсутствие продуктов коррозии, было видно, что на стенках аппаратов все же образуется заметный налет осадка".

Итак, Борис Петрович первый увидел серьезный канал неучтенных потерь плутония — образование пристеночных осадков (накипи) на поверхности оборудования, в состав которых входил и плутоний. Но ни Борис Петрович, ни Михаил Васильевич не придали этому значения. Процесс отложения плутония на оборудовании в различных средах был изучен значительно позже Л.П.Сохиной и Л.В.Гончарук [25,26,27].

Оборудование из органического материала использовалось недолго. Однажды произошел взрыв аппарата, изготовленного из плексигласа, в котором находился осадок плутония. Аппарат разорвался так, что остались только мелкие осколки. Стали выяснять причину аварии. Никаких нарушений регламента не обнаружили. Впоследствии ученые установили причину взрыва. Она заключалась в следующем: плексиглас быстро стареет в условиях интенсивной радиации и при изменении давления в аппарате возможно его разрушение.

Каньон, аппараты, кассеты для удаления отходов стали очень радиоактивными. Работники отделения оказались в опасной зоне [10]. Было принято решение срочно строить новые здания. Концентрирование плутония, окончательную очистку его от следов урана и ПД проводить методом экстракции с использованием в качестве экстрагента диэтилового эфира.

С большими трудностями персонал отделения столкнулся и при проведении технологического процесса, в частности, при разварке фторидного осадка плутония в щелочи и особенно при растворении гидроксида плутония в азотной кислоте. При растворении щелочной пульпы в азотной кислоте, в растворе плутоний находился в ионной форме и коллоидной (полимерной). При наличии в растворе электролита (например, соли железа) происходила коагуляция

коллоида плутония и выпадение его в виде труднорастворимого в HNO_3 осадка $\text{PuO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Проконтролировать визуально, сколько осадка накапливается в аппарате, было невозможно, поэтому предварительно раствор передавался в 20-литровые бутылки.

Если из раствора выпадал осадок полимера плутония $\text{PuO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, технолог А.А.Васильченко его отфильтровывала и направляла на повторную разварку, а из чистого плутониевого раствора комплектовали партии для отправки на химико-металлургический завод. Самым неприятным было то, что осадок выпадал неконтролируемо и мог накапливаться и в аппаратах, и в контейнерах, а это недопустимо опасно и с точки зрения ядерной опасности, и с точки зрения потерь плутония. Неконтролируемое образование осадка $\text{PuO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — один из существенных каналов неучтенных потерь плутония, но это было выяснено значительно позже.

В виде полимера часть плутония попадала на завод "В", и плутоний в основном накапливался в нерастворимых осадках (отходах химического отделения).

Несмотря на то, что фторидное отделение все время работало напряженно, преодолевая огромные трудности, завод выдавал необходимую продукцию. Правда, качество раствора, передаваемого на завод "В", было низкое. 26 февраля 1949 года лантан-фторидным методом был получен раствор плутония следующего состава: плутония - 10 г/л, урана и лантана по 8-10 г/л, железа, хрома по 2-3 г/л, Y -350 мгэквRa/л.[28].

Экстракционный метод концентрирования и очистки плутония от следов урана и ПД (отделение 12)

В РИАН Б.А.Никитин и В.М.Вдовенко в 1945 году начали проводить работы по распределению элементов между двумя несмешивающимися жидкостями [29]. Эти исследования привели к развитию нового научно-технического направления, к применению экстракционных процессов к задачам радиохимии.

Экстракционный метод с применением диэтилового эфира основан на том, что плутоний, находясь в шестивалентном состоянии, так же как и шестивалентный уран легко переходит из водной фазы в органическую.

Низшие валентные формы плутония и большинство ПД в эфир не переходят.

Реэкстракция урана, шестивалентного плутония из органической фазы легко осуществляется подкисленной водой.

Исходя из этих общих свойств урана и плутония, была разработана экстракционная технология очистки плутония от урана и продуктов деления.

Недалеко от здания 101 по проекту ГСПИ-11 были построены здания 102 и 103 (отделение 12). В здании 102 размещалась основная технологическая нитка, в здании 103 проводили регенерацию экстрагента [10].

Первым начальником экстракционного отделения 12 был Я.А.Смычков, после него Ю.Н.Лаврентьев. Заместителем начальника отделения был Н.П.Вакуленко. Научными руководителями были Б.А.Никитин и В.М.Вдовенко, несколько позже на установке стал работать сотрудник РИАН М.Ф.Пушленков.

В отработке экстракционной технологии участвовали сотрудники ЦЗЛ В.И.Землянухин и М.И.Белозерова (Чумакова). А.Ф.Ефимов. Начальниками смен отделения 12 были женщины: В.П.Бовыкина, В.К.Кискина, В.Шарова и др. С самого начала пуска экстракционной установки столкнулись с большими трудностями.

Экстракторы представляли собой фильтры Шотта большого размера (15 см в диаметре) с цилиндрическими корпусами из стекла [10].

В стеклянной аппаратуре работали для того, чтобы было видно как идет процесс. "Вслепую" в то время не решались его вести. К стеклянным аппаратам было сложно подвести коммуникации и закрепить их. Любая перетяжка при закреплении труб была опасна: боялись, что может лопнуть стекло, а слабая затяжка труб приводила к проливам растворов.

Как ни осторожно работал персонал отделения, а проливы имели место. В каньонах, где были установлены экстракторы, появлялась большая "загрязненность". Протекающие растворы содержали плутоний и ПД. При испарении растворов в воздухе рабочей зоны альфа- и гамма-активность в тысячу раз превышали нормы.

Пары экстрагента (эфира) дополнительно ухудшали условия труда. Вдыхание такого воздуха неизбежно приводило к поражению легких (воспоминания начальника смены В.К.Кискиной).

Чтобы добиться работы без частого ремонта экстракторов, решили делать их из нержавеющей стали. Сначала "слепая" работа пугала операторов, но затем после отладки оборудования и регулировки потоков жидкостей технология наладилась и отделение начало выполнять регулярно план с выдачей продукции заводу "В" значительно лучшего качества, чем выдавалась продукция из фторидного отделения.

Среднее извлечение плутония по экстракционной технологии составляла 97-98 %.

Содержание плутония в растворе было в 1,5 — 2 раза выше, чем по фторидной технологии. Коэффициент очистки плутония от радионуклидов равнялся 100-200. Активность раствора, передаваемого на завод "В", равнялась в среднем 100 мгэквRa/л [28].

Технология позволила освободиться от примесей стабильных элементов - железа, хрома, лантана, радиоактивных РЗЭ. Значительно снизилось содержание урана в растворе.

Серьезным недостатком экстракционной технологии было использование пожаро- и взрывоопасного экстрагента. "При эксплуатации установки было много "хлопков", а однажды, — вспоминает В.К.Кискина,— произошел настоящий взрыв. При упаривании плутониевого резэкстракта, содержащего эфир, разорвался аппарат, стеклянная крыша здания была разрушена. Весь раствор, содержащий плутоний, был выброшен в помещение. Экстракционная установка прекратила свое существование, т.к. взрывоопасная технология не удовлетворяла производство.

Отказаться от работы 8-го и 12-го отделений стало возможным после внедрения схемы "ББ", то есть проведения повторного окислительного и восстановительного ацетатных осадений в конце технологического процесса завода "Б".

Цельно-ацетатная схема выделения и очистки плутония. Схема "ББ"

Первые опыты по очистке плутония от ПД и его концентрирование до граммовых количеств ацетатным методом проводила Нина Яковлевна Сбойчакова под руководством А.П.Ратнера.

После получения положительных результатов в лаборатории Александр Петрович Ратнер попросил главного инженера Б.В.Громова создать бригаду исследователей и проверить очистку плутония от следов урана и продуктов деления ацетатным методом на укрупненной установке. В начале 1951 года Николай Григорьевич Чемарин возглавил группу исследователей, и к концу 1951 года были получены результаты. Качество товарного продукта 30А по сравнению с качеством продукта от фторидной технологии оказалось заметно лучше. Содержание плутония доходило до 17 г/л. Содержание урана, железа, хрома в растворе уменьшилось. Активность раствора колебалась в пределах 200—400 мгэквRa/л, в среднем составляла около 250 мгэквRa/л [28].

Отрицательным являлось то, что процент редкоземельных радионуклидов от общей активности был очень высоким, что было для металлургов крайне нежелательно. (Радиоцерий (бета-излучатель) накапливался в металле и металлургии, работая с металлом, получали радиоактивные ожоги рук

Поначалу использование ацетатной технологии вызывало бурные споры и среди ученых, и среди инженеров. Б.А.Никитин не был уверен в целесообразности использования ацетатного метода концентрирования и очистки плутония от ПД.

Схему обсуждали на совещании у главного инженера. На совещании присутствовали И.В.Курчатов, Б.Л.Ванников, Е.П.Славский. Мнения выступающих были разноречивы. А.П.Ратнер и Б.В.Громов горячо отстаивали предлагаемую ими схему. Б.П.Никольский поддержал А.П.Ратнера. Он считал, что повторение окислительно-восстановительного ацетатного цикла после разделения урана и плутония должно идти в иных условиях, чем первый ацетатный цикл в голове процесса, т.к. в растворе предлагаемой схемы другой спектр ПД, иные концентрации урана и плутония, другое соотношение этих элементов.

Выслушав мнения всех выступающих, Б.Л.Ванников принял решение в пользу цельноацетатной схемы "ББ" [8].

Первые результаты работы по схеме "ББ" были неудачными. В один из месяцев план был выполнен только благодаря тому, что Михаил Иванович Ермолаев очищал растворы, подготовленные к

отправке на завод "В", в аналитической лаборатории завода "Б".

Но возникшие трудности оказались преодолимыми. С начала 1952 года на радиохимическом заводе стала действовать цельноацетатная схема "ББ".

Качество раствора плутония, передаваемого на завод "В", полученного по трем схемам, приведено в таблице 2.5 (средние данные).

Таблица 2.5.

Состав раствора	Ацетатно-фторидная технология	Ацетатно-эфирная технология	Цельно-ацетатная технология "ББ"
Ри, г/л	10	17	17
U, г/л	10	1,9	7,7
Fe, г/л	3,5	0,8	0,8
Cr, г/л	3,5	0,6	0,8
La, г/л	8-10	-	-
мгэкв Ra/л	350	100	250
Радионуклиды РЗЭ, % от общей активности	26	0,95	44

2.6 ПЕРЕРАБОТКА ВЫСОКОАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

С высокоактивными технологическими отходами работала группа ученых лаборатории С.З.Рогинского из ИФХАН: доктор химических наук Неонила Евгеньевна Брежнева, кандидаты химических наук Борис Алексеевич Зайцев, Петр Сергеевич Перминов, Соломон Наумович Озеранер [30], [31].

Объемы сбросных декантатов и промывных вод после окислительно-ацетатного осаждения были очень большими. Для их сокращения в проекте предусматривалось упаривание, но строить установку по упарке этих растворов не стали, так как работники ИФХАН предложили щелочной метод концентрирования стабильных

примесей (железа, хрома, марганца и на них адсорбированные уран, плутоний, продукты деления. Задача состояла в том, чтобы получить плотные осадки гидроксидов, занимающих минимальный объем, и извлечь затем из отходов уран и плутоний. После извлечения ценных элементов проводилось снова щелочное осаждение примесей. Щелочные осадки собирали от нескольких партий, растворяли в азотной кислоте и направляли в специальное хранилище (комплекс "С").

Комплекс "С" представлял собой прямоугольные заглубленные в землю бетонные сооружения с ячейками-каньонами для установки в них стальных емкостей объемом 250 м^3 , где собирались и хранились отходы (ВАО).

Работать с высокоактивными отходами было чрезвычайно трудно. Под действием высокой радиации происходило разложение воды и азотной кислоты на водород, кислород, окислы азота. В газовую фазу выделялось большое количество взрывоопасного водорода.

Для предупреждения взрыва газовую фазу над аппаратом постоянно приходилось разбавлять чистым воздухом. В аппаратах постоянно поднималось давление.

Сотрудники Н.Е.Брежневой определили, что при отстое 1 м^3 щелочной высокоактивной пульпы выделяется 60 литров газа (активность 1 литра пульпы равнялась по γ - 100 эквRa/л, по β - 300 Ки/л [30]).

В результате распада радионуклидов выделялось большое количество тепла. Температура раствора в емкости объемом 250 м^3 через 20 дней достигала 100°C , если активность раствора равнялась 40 Кюри/л. Через месяц по расчету раствор должен был упариться, если не проводить его охлаждение (расчет проводил инженер-исследователь ЦЗЛ - В.И.Карпов).

Чтобы не произошло кипение раствора, емкости охлаждали водой. Температуру раствора в емкости необходимо было поддерживать $50\text{-}60^\circ\text{C}$.

Начальником комплекса "С" был В.К.Астрахов. По образованию он не был химиком, часто неправильно представлял процессы с химической точки зрения. Над ним химики подшучивали, но

В.К.Астрахов был очень внимательным руководителем. Его беспокоило и настораживало даже незначительное повышение давления и температуры в аппаратах. Он пытался разобраться в причине этих явлений, постоянно докладывал Е.П.Славскому о повышении давления и температуры в емкостях, стоило только Славскому появиться в отделении.

Если Ефим Павлович не видел Астрахова в отделении, он первым делом притворно сурово спрашивал: "Где этот хохол, который меня постоянно пугает и беспокоит?" "При В.К.Астрахове не было случаев нарушения режима хранения высокоактивных растворов, отмечает в своих воспоминаниях А.Н.Тымонюк [20].

Одновременно с концентрированием ВАО группа Н.Е. Брежневой разрабатывала метод регенерации уксусной кислоты из щелочных декантатов. Целью этой работы было вторичное использование в технологии дорогостоящего реагента — уксусной кислоты и уменьшение объемов сбросных растворов.

Разработанная сотрудниками ИФХАН технология была внедрена. На заводе были построены два здания 170 и 171, где проводились концентрирование радиоактивных отходов и отгонка уксусной кислоты.

Н.Е.Брежнева была инвалидом - очень хромила. Ей трудно было проходить санпропускник, но она постоянно была в отделении, где работали ее сотрудники. Она, как истинный ученый, должна была сама увидеть, как идет процесс, а не только знать со слов своих помощников. Неонила Евгеньевна пользовалась большим авторитетом на заводе (на комбинат всегда приезжала модно одетая с красивой прической). Тепло и уважительно о ней пишут в своих воспоминаниях Е.И.Сапрыкина, А.Н.Тымонюк, Л.И.Сохина. Они так характеризуют Н.Е.Брежневу: умна, энергична, требовательна и очень женственна. Впоследствии Н. Е. Брежнева стала проводить работы по выделению из ВАО долгоживущих радионуклидов: стронция-90, цезия-137, прометия-144 в чистом виде для народного хозяйства страны.

Итак, технология концентрирования и хранения высокоактивных отходов как-то решалась. Для хранения ВАО было построено спецхранилище, объем которого был рассчитан на прием 15 тыс. м³ в год. Но для огромного количества жидких низкоактивных (НАО) и среднеактивных отходов (САО) никаких хранилищ не хватило бы. Ведь для переработки одной тонны урановых блоков по проекту требовалось 12 тонн 65-процентной азотной кислоты, 56 тонн технической воды, 2000 тонн воды для охлаждения аппаратов и

емкостей, 50 тонн пара и т.д.[1] и большие объемы растворов основных реагентов. На строительство емкостей для хранения больших количеств сбросных низкоактивных и среднеактивных растворов не хватало ни средств, ни людских резервов у строителей.

В июне 1947 года на заседании секции № 4 первого главного управления были заслушаны доклады ученых головных исследовательских институтов по проблеме сброса слабоактивных отходов. От РИАН выступал И.Е.Старик, от ИФХАН - С.З.Рогинский. Проанализировав состояние разработок, секция пришла к выводу, что проблема полного обезвреживания огромного количества радиоактивных растворов на тот период была практически неразрешима.

Было принято решение: в течение 3-4 лет без очистки сбрасывать радиоактивные отходы в открытую гидросеть. Предполагали, что большой объем воды разбавит концентрацию радионуклидов до допустимой нормы, но этого не произошло. В основном активность осталась в верховье р.Теча. В течение 3-х лет с 1948 по 1951 год завод сбрасывал жидкие радиоактивные отходы в реку Теча.

Заместитель начальника ЦЗЛ Дмитрий Ильич Ильин в своей докторской диссертации написал, что в реку Теча было ориентировочно сброшено 2,8 млн Кюри бета-активности, 1 млн гэквRa.[33]. 70 % от этого количества осталось в верховье реки Теча.

Жизнь людей, проживающих на берегах Течи, Исети, находилась под угрозой.

С 25 октября 1951 года радиоактивные отходы были направлены в озеро Карачай.

В готовящейся книге "Радиоактивность - проблемы и решения" будет подробно описана роль работников завода, ЦЗЛ и других подразделений комбината по вопросу утилизации отходов и улучшения экологической обстановки вокруг комбината.

2.7 ОРГАНИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА РАДИОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ

Успешное освоение извлечения плутония из облученных урановых блоков и очистка плутония и урана от продуктов деления до установленных кондиций (радионуклидов в плутонии должно было оставаться не более 0,00001 %) зависели от наличия надежных методов контроля урана, плутония и радионуклидов на разных стадиях производственного процесса.

Концентрация плутония в растворах колебалась от микрограммов до граммов на литр. Концентрация урана от миллиграммов до нескольких сотен граммов на литр. Концентрация продуктов деления была различной в зависимости от стадии процесса (от 1 мкгэквRa/л до 100 гэквRa/л и более).

К этому следует еще добавить, что в производственных растворах в виде радионуклидов было более 30 различных химических элементов, имеющих разные свойства.

Возглавить аналитический контроль на радиохимическом производстве было поручено директору Института геохимии и аналитической химии АН СССР члену-корреспонденту АН СССР Александру Павловичу Виноградову.

Совершенно неудивительно, что такая труднейшая задача была поставлена именно перед ним.

Александр Павлович окончил Военно-медицинскую академию и химический факультет Ленинградского университета, был учеником и ближайшим сотрудником академика Владимира Ивановича Вернадского, работал в области геохимии, добился больших успехов в изучении миграции радиоактивных элементов в земной коре; создал новое направление в науке — фракционирование в природных процессах изотопов легких элементов: кислорода, серы, углерода, калия; внес вклад в изучение геохимии океана.

Александр Павлович организовал в Институте геохимии аналитический отдел, где проводились тонкие химические исследования. Это позволило решить задачу получения многих чистых современных материалов и тем самым способствовало

техническому прогрессу в нашей стране.

Исследования А.П.Виноградова имели широкий диапазон - от биогеохимии до космохимии.

Он вел совместные работы со многими зарубежными и отечественными учеными.

Таким образом, А.П.Виноградов больше, чем кто-либо другой из крупных ученых страны, был подготовлен к решению чрезвычайно трудной задачи атомного производства.

В 1948 году он был назначен заместителем руководителя пусковой бригады на радиохимическом заводе. Руководителем бригады был член-корреспондент АН СССР Б.А.Никитин. Одновременно Александр Павлович был назначен помощником И.В.Курчатова по аналитическому контролю двух плутониевых заводов - радиохимического (завод "Б") и химико-металлургического (завод "В"). [34].

А.П.Виноградов развернул работы по разработке методов аналитического контроля радиохимических производств не только в своем институте, но и привлек к решению этих задач большое количество лабораторий других институтов и университетов.

В декабре 1948 года в Челябинск-40 приехали ученые: А.П.Виноградов со своими сотрудниками Валентиной Александровной Олезнюк и доктором химических наук Петром Николаевичем Палеем, Иваном Павловичем Алимариным из НИИ-9 приехал Василий Константинович Марков, А.Е.Клыгин для налаживания работы по аналитическому контролю радиохимического завода.

Лаборатория завода "Б" совершенно не была приспособлена для работы с высокоактивными продуктами. Основным оборудованием ее были деревянные вытяжные шкафы, обычные лабораторные столы. Никаких боксов для работы с радиоактивными пылящими осадками в лаборатории не было. Не было и горячих камер, оборудованных манипуляторами, хотя наличие их было совершенно необходимо.

В лаборатории работали, в основном, молодые женщины, только что окончившие высшие и среднетехнические заведения. Большинство из них не имели представления, как работать с радиоактивными растворами и осадками. Была лишь небольшая

группа молодых специалистов, окончивших Ленинградский университет, которые прошли серьезную подготовку на кафедре радиохимии, созданную академиком В.Г.Хлопиным, но и они не имели опыта работы с высокоактивными растворами.

Рядом с молодыми специалистами работали представители старшего поколения, прошедшие школу труда на других предприятиях страны В.И.Кузнецова, Е.М.Михайлова, М.И.Третьякова и др.

Рабочий день в лаборатории был 8 часов. Спецодежда - халат и тапочки.

Начальником лаборатории в 1948 году был назначен кандидат химических наук Михаил Иванович Ермолаев—очень эрудированный химик, хороший человек и организатор, но на вид был очень суровый, недоступный. Он близко принимал к сердцу все неполадки в технологическом процессе и в работе лаборатории, быстро реагировал на них, выясняя причину.

После Ермолаева недолго лабораторией руководил В.И.Филин, а затем Н. С. Артамонов — прекрасный аналитик, добрый, отзывчивый человек.

В лаборатории было организовано несколько групп. Руководителем физико-химической группы была Таисия Михайловна Богословская, группой анализа стабильных элементов (железа, хрома, урана, марганца, лантана и т.д.) руководила В.И.Кузнецова, а затем Н.Д.Агапова.

Варвара Ивановна Кузнецова приехала на Базу-10 в октябре 1946 года. Она была здесь первым инженером химиком-аналитиком с большим опытом работы по этой специальности на Челябинском цинковом заводе. Ей было тогда 40 лет.

Вернувшись в начале 1948 года из НИИ-9, она занималась курированием строящейся лаборатории, оснащением ее посудой, приборами и оборудованием, обучением персонала, а затем и разработкой аналитических методик.

За добросовестный труд награждена была медалью "За доблестный труд". В 1957 году, будучи на пенсии, выехала в г. Челябинск, где в 1978 году и закончилась ее жизнь.

Методы определения плутония разрабатывались в группе Л.В.Тихомировой. В этой же группе работали методистами

И.М.Рязанцева, Н.Грошева. Руководителем группы радиометристов был Я.П.Докучав. В этой группе начали свою трудовую деятельность И.А.Терновский, впоследствии начальник ЦЗЛ, а затем заместитель главного инженера комбината.

Директор завода П.И.Точеный отмечал, что И.А.Терновский проявил себя квалифицированным, инициативным инженером. За короткий срок он выполнил ряд серьезных работ, связанных с организацией работ по измерению радиоактивности и освоением сложных приборов. Повышал свою квалификацию, передавал опыт товарищам по работе.

Самым трудным и опасным участком — расфасовкой проб — руководила Е.А.Ломовцева, а затем Э.З.Рагимов.

Свою трудовую деятельность с 1948 года в лаборатории начали М.П.Захарова, А.А.Аверьянова, А.Ф.Родионова, К.Н.Пасевская, А.П.Шарова, З.И.Рыбакина и др. Несколько позже в лабораторию пришли работать М.Н. Третьякова, Л.А.Казакова, Е.М.Мягкова, Н.В.Князев, З.И.Апенова.

Контакт между учеными и работниками лаборатории сразу сложился доброжелательный. Виноградов, Марков, Алмарин и другие научные работники часто вместе с производственным персоналом лаборатории приезжали на завод на коломбине (грузовик с кузовом, закрытым брезентом) [34]. На первых порах А.П. Виноградов, П.Н.Палей, В.К.Марков и другие научные работники учили аналитиков чувствовать радиоактивность: с одной стороны, не бояться ее, работать без дрожи в руках, с другой — работать очень аккуратно, стараться не запачкать руки, приборы, оборудование, чтобы не было искажения результатов анализа из-за постороннего загрязнения проб. Ученые рекомендовали не пренебрегать техникой безопасности, по возможности, использовать хотя и малоэффективные средства защиты от радиации — чугунные кирпичи. В 1949-50 гг. в лаборатории даже не было свинцовых кирпичей.

Для определения ряда радиоактивных и стабильных элементов в радиоактивных растворах в первые годы использовали классические методы анализа: весовой, объемный.

Мария Павловна Захарова вспоминает следующее: "Весовым методом мы определяли уран в азотно-кислом растворе после

растворения блоков, активность раствора равнялась 30-100 Ки/л. Пробу упаривали досуха, прокаливали, а затем взвешивали осадок окиси-закиси урана на аналитических весах. Активную окись-закись высыпали в емкость, которая заполнялась во времени. Емкость с высокоактивным осадком хранили в лаборатории в вытяжном шкафу и переставляли ее с одного места на другое".

В технологических растворах весовым методом определяли также кремний, лантан, железо. Особенно большие дозы получали аналитики при определении плутония и лантана во фторидных осадках. М.П.Захарова вспоминает: "После выполнения 5-6 проб на содержание лантана весовым методом сердце готово было выскочить из груди".

Для определения содержания отдельных радионуклидов в производственных растворах был применен радиохимический метод анализа. Сначала приходилось прибегать к групповому разделению сходных по свойствам элементов осаждением их на кристаллическом осадке макрокомпонента. Затем следовало выделение отдельных радионуклидов из определенной группы элементов. На анализ приходилось брать большой объем пробы. Время проведения анализа на все основные продукты деления равнялось более суток. Аналитики при этом получали повышенные дозы облучения.

Добрым словом вспоминают ветераны ученых. Все ученые с чувством уважения и очень доброжелательно относились к персоналу лаборатории, понимая, насколько сложную и опасную работу осваивали девушки (их было большинство).

Работники лаборатории прошли серьезную школу под руководством видных ученых страны. А.П.Виноградов, П.Н.Палей, И.П.Алимарин, В.К.Маркун не только говорили аналитикам как лучше проводить анализ, но и сами лично анализировали растворы и осадки на плутоний, уран, радионуклиды.

Однажды в лаборатории произошел несчастный случай с А.П.Виноградовым. Он проводил в вытяжном шкафу исследовательскую работу. Голова его, к счастью, была в вытяжном шкафу, когда с потолка отвалился громадный кусок штукатурки. Виноградов получил ушиб плеч и спины, но обошлось без серьезной травмы.

Молодые аналитики, видя, как тщательно работают ученые, какую

проводят предварительную работу перед выполнением анализа, впитывали в себя их опыт.

Многие из них впоследствии работали в ЦЗЛ, и мы всегда восхищались, как точно, быстро и красиво они работали. Они были просто виртуозами своего дела.

Узким местом на заводе, в смысле переоблучения был отбор проб. Пробоотборники были несовершеннолетними, не имели защиты от радиации. Прежде чем отобрать представительную пробу, пробоотборщику необходимо было значительное количество раствора сливать в спец.емкость. Отобранные пробы помещали в деревянные ящики и доставляли их в лабораторию. Часто пробоотборщикам приходилось бегом преодолевать большие расстояния. Начальник ОТК Е.И.Сапрыкина вспоминает, что пробоотборщики за смену могли получить 3-5 рентген, поэтому их рабочий день был сокращен до 4 часов.

В начальный период работы завода все без исключения сотрудники аналитической лаборатории и ученые работали в "аварийном" режиме [1].

Но персонал лаборатории и ученые к этому относились довольно спокойно. И.М.Рязанцева в своих воспоминаниях пишет: "Однажды вызвал меня Б.А.Никитин в кабинет А.П.Ратнера, показал мне контейнер, который стоял у него под креслом, и сказал, что в контейнере облученный урановый блок, его надо переработать по технологии завода "Б", но оболочку с блока надо снимать не химическим методом, а механическим. Главное внимание Никитин обратил на механический способ снятия оболочки с блока. Спросил, помню ли я о пирофорности металлического урана, а то, что надо было перерабатывать облученный блок практически вручную — это считалось обычной работой [35]. Блок перевезли на реакторный завод 156, где была горячая камера, но многие операции приходилось делать вручную. Следил за этой работой И.В.Курчатов.

Инженеры-аналитики под руководством Виноградова, Ратнера, Ермолаева постоянно вели исследовательские работы и не только в области аналитического контроля, но и по технологии, выясняли причины неполадок в ацетатно-фторидном процессе.

Были случаи, когда товарный продукт (раствор плутония),

передаваемый на химико-металлургический завод, не соответствовал техническим условиям по активности или по содержанию стабильных элементов, тогда всю партию очищали в лаборатории и аналитики получали значительные дозы облучения" [8],[35].

А.П.Виноградов был очень обеспокоен, что аналитики работают постоянно в "аварийном режиме". Он считал первоочередной задачей ученых разработать такие методы, которые не требовали бы больших объемов раствора пробы и время выполнения анализа было бы минимальным.

Первому решить такую задачу удалось И.В.Курчатову. Василий Константинович Марков в своих воспоминаниях описывает следующее: "... осадок фторидов плутония, согласно регламенту отделения 8, разваривался в щелочи с целью перевода фторидного осадка в осадок гидроксида плутония. Для определения степени перехода фторидного осадка в гидроксильный из щелочных декантатов с большим трудом отбирались пробы на анализ фтора. В лаборатории ион фтора определялся титрованием трихлоридом железа в присутствии роданида калия. Отбор и анализ пробы был связан с переоблучением аналитиков.

Вместо этого трудоемкого анализа И.В.Курчатов предложил удивительно простой дистанционный метод без отбора пробы. Метод был основан на измерении потока нейтронов, образующихся в результате ядерно-физической реакции (d, n) на фторе. С уменьшением количества фторида плутония в растворяемом осадке интенсивность потока нейтронов уменьшалась и в конце разварки оставалась на постоянном уровне (очень незначительном) за счет реакции (L, n) на изотопе $^{18}\text{O}_2$. Так впервые появился нейтронно-метрический метод анализа без отбора пробы". [36].

А.П.Виноградов разрабатывал и внедрял в практику работы заводской лаборатории электрохимические методы анализа.

Как химик-аналитик Александр Павлович был учеником чешского химика Гейровского - автора полярографического метода анализа элементов. Находясь на стажировке в Праге, Виноградов освоил этот метод и впервые использовал его в Советском Союзе.

Естественно, в аналитическом отделе ГЕОХИ электрохимические методы анализа занимали самые передовые позиции. На комбинате

в лабораториях завода "Б" и "В" был внедрен полярографический метод определения урана и плутония, а в дальнейшем внедрялись и другие электрохимические методы (кулонометрический, кондуктометрический).

Внедрение спектрального метода анализа железа, хрома, свинца, кремния, марганца в производственных растворах значительно облегчало работу аналитиков. Спектральный метод применительно к продуктам ацетатной технологии разрабатывался С.Папяном.

Большую техническую и организационную работу вел главный приборист С.Б.Цфасман - талантливый инженер. Он не только своими руками отлаживал в сложных условиях существующие типы приборов, но и, по необходимости, изобретал новые приборы, используя необычные физические эффекты [10].

Александра Павловича Виноградова беспокоила также проблема взаиморасчета по плутонию между реакторным и радиохимическими заводами [20].

С самого начала пуска завода 25 физики комбината систематически ставили вопрос об уточнении содержания плутония, передаваемого с реактора на завод "Б". Они считали, что на радиохимический завод плутония поступает больше, чем указано в документах. Однако на химическом заводе излишков плутония не обнаруживали. А.П.Виноградова беспокоил вопрос, не сбрасывается ли неконтрольно плутоний со сбросными растворами [20].

Методов, пригодных для систематического анализа высокоактивных сбросных растворов на плутоний, в то время не было из-за их сложного и переменного солевого и радионуклидного составов.

Работу по уточнению содержания плутония в исходном растворе удалось выполнить под руководством Виноградова только в 1966 году. В работе принимали участие сотрудники четырех институтов и комбината. Физики оказались правы.

2.8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ГЛАВЕ 2

Прочитав главу 2 о первых годах становления завода, читателю становится ясно, с какими трудностями столкнулись ветераны

производства, насколько их труд был многообразен, как много было аварийных ситуаций. Причин этому было много: оборудование нового производства не всегда соответствовало требованиям техники безопасности, было немало неудачных решений в проекте. Недостаточно знали влияние высоких радиационных полей на технологический процесс. Немало было допущено ошибок персоналом - ведь опыта работы с радиоактивными растворами и дистанционным управлением процессом в стране не было — опыт приобретали только в процессе освоения производства.

В кратком изложении истории освоения технологии выделения плутония из облученных урановых блоков невозможно передать всего напряжения и сложности пройденного пути.

Большую помощь производственному персоналу завода оказывали руководители комбината и завода, ученые отраслевых институтов. Предс мною лежит заметка в газете "Озерский вестник от 28 апреля 1993 года, посвященная ветерану завода Е.И.Сапрыкиной. Екатерина Ивановна работала начальником отделения, где проводилось отделение урана от плутония. Было ей в то время 24 года.

Вот что она рассказала журналисту М.Абросимовой о своей работе: "Меня как ответственное должностное лицо часто приглашали на оперативки к начальнику строительства генералу М.М.Царевскому и к директору комбината генералу Б.Г.Музрукову. И о том, и о другом руководителе я вспоминаю с огромной теплотой. Они были не только прекрасными специалистами, организаторами работ, но и душевными людьми.

С какой бы просьбой люди не обращались к Борису Глебовичу Музрукову, он всегда шел навстречу, наверное, потому, что понимал, насколько трудную производственную задачу решали его подчиненные, в основном молодые девчонки, недавно покинувшие институты и техникумы. Ну что они умели? Только со временем стали познавать секреты атомного производства.

На вопрос корреспондента М.Абросимовой "Страшно ли было жить и работать?" — Екатерина Ивановна ответила: "Да, было страшно, скрывать это глупо. Конечно, страх был, но не перед уральской тайгой и колючей проволокой, а перед неведомым

производством.

Лично мне удалось со временем преодолеть этот страх благодаря людям, которые меня окружали. Среди них были Е.П.Славский, Б.Г.Музруков, А.П.Ратнер, Б.В.Громов, И.И.Болякин и работники отделения химии-технологи, операторы, аппаратчики.“ За пуск отделения Е.И.Сапрыкина была награждена орденом Ленина.

О тех, кто помогал молодежи преодолевать страх перед грозным производством и своевременно выполнить государственное задание, я хотела бы написать подробнее.

ЕФИМ ПАВЛОВИЧ СЛАВСКИЙ — ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР КОМБИНАТА С 1948 ГОДА

В строительстве и пуске завода "Б" Е.П.Славский принимал самое непосредственное участие, решая массу вопросов, которые возникали непрерывно, вникал во все детали решаемых вопросов, касались ли они строительства, монтажа или технологии. Все, что касалось производства, он знал досконально. На поставленные вопросы требовал правильные ответы. Малейшее желание замазать имеющиеся неполадки, он замечал сразу, не терпел в деле никакого тумана, не терпел неумеек, безответственных людей. Замечательным его качеством было детальное рассмотрение возникающих вопросов и тут же принятие решения.

Ефим Павлович был деловым, требовательным руководителем, но бывал он и резок, и груб, мог выражаться нецензурно, но ругал за дело.

Вместе с тем Е.П.Славский проявлял заботу о людях, особенно он был внимателен к молодежи.

Бурная, широкомасштабная организаторская деятельность Славского в большей степени способствовала успеху в строительстве и пуске завода. На комбинате он работал недолго. Затем 30 лет был министром среднего машиностроения, но все время оказывал помощь комбинату.

Е.П.Славский за свои заслуги перед страной трижды удостоен звания Героя Социалистического Труда.

БОРИС ГЛЕБОВИЧ МУЗРУКОВ — ДИРЕКТОР КОМБИНАТА "МАЯК" С НОЯБРЯ 1947 ПО 1953 Г.Г.

В годы войны Борис Глебович был одним из ведущих руководителей промышленности СССР — директором крупного завода страны Уралмаша. Под его руководством было налажено серийное производство танков Т-34 и самоходных артиллерийских установок. С уважением к нему относился Сталин. В 1947 году его вызвали в Москву, и долгое время о нем ничего не было слышно.

Время было тревожное, родные волновались. Однажды они услышали по "Голосу Америки" : " Генерал Музруков назначен директором атомного завода".

В ноябре 1947 года Борис Глебович приехал в Челябинск-40 на Базу-10. На работников комбината он произвел самое благоприятное впечатление: высокий, красивый, в генеральском кителе, с золотой звездой на груди. Манера поведения — спокойная, уверенная.

Таким же он был в повседневной работе: спокойным, вежливым, уверенным. Работники комбината с первых дней почувствовали на себе его твердую руку: был требовательным, в делах методичный, никогда ничего не забывал.

Внешне Музруков был несколько суховат, говорил мало, голос глухой, но умел слушать людей, быстро принимал решения и также быстро их выполнял.

В военное время на посту директора Уралмаша и на посту директора комбината "Маяк" он часто пользовался командными методами руководства, беря всю ответственность на себя, зачастую не согласовывая свои действия с партийными органами, что вызывало раздражение руководителя С.М.Марковина.

Борис Глебович был требовательным и строгим руководителем, держал дистанцию со всеми работниками (от ближайших своих помощников до рабочих). Вместе с тем, при всей своей строгости он был чутким и справедливым человеком. Он ценил хороших специалистов, инициативных и добросовестных людей и нетерпимо относился к нерадивым работникам и очковитиралям.

В городе и на комбинате Музруков пользовался огромным авторитетом. За свои заслуги перед страной был дважды удостоен звания Героя Социалистического Труда в 1943 и в 1949 гг.

Очень интересную характеристику Музрукову и Славскому дает ветеран комбината Иосиф Владимирович Готлиб, проработавший на радиохимическом заводе 51 год:

"По роду своей работы я постоянно общался с Е.П.Славским и Б.Г.Музруковым и могу сказать, что инженеры, директора старой школы умели работать как проклятые и приучали к этому окружающих.

Е.П.Славский и Б.Г.Музруков — оба работали не жалея сил, но

по характеру были очень разные. Славский — вспыльчивый, мог отругать нецензурно. Музруков — очень воспитанный, требовательный, терпеливый. Сказал, значит человек должен выполнить его задание. Если же терпение у него вдруг кончалось, он звал Славского и говорил: "Слушай, приходи, мне тут кое-кого надо отчитать по первое число", и Славский делал это виртуозно, с удовольствием".[37].

**ГРИГОРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ МИШЕНКОВ -
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО ИНЖЕНЕРА КОМБИНАТА,
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР КОМБИНАТА "МАЯК" (1951-1957),
ЗАТЕМ ЕГО ДИРЕКТОР (1957-1960)**

Григорий Васильевич во многом способствовал освоению технологии и укреплению дисциплины на заводе.

На комбинат приехал в 1948 году с Березниковского азотно-тукового комбината. Быстро ознакомился с коллективом завода и строительно-монтажных организаций. С первых дней работы его считали уже своим, как бы давно работающим на комбинате. Григорий Васильевич был скромным, голоса на подчиненных не повышал, давая указания, говорил спокойно, а если кто не выполнял его распоряжение, также спокойным голосом произносил: "Придется мне Вас наказать". Это значит премию за месяц провинившийся не получит. Особенно строго следил он за точным выполнением регламента технологического процесса. Однажды О.С.Рыбакова внесла в регламент свои уточнения и была отстранена Мишенковым от работы в отделении. На оперативных совещаниях он давал взвешенные, аргументированные предложения.

**АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ РАТНЕР —
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ ЗАВОДА "Б" в 1948-1952 г.г.**

А.П.Ратнер является основателем промышленной технологии выделения плутония из облученных урановых блоков. Александр Петрович довел ацетатную схему до ее реального воплощения. Широкая эрудиция и масса его полезных идей способствовали налаживанию производства в пусковой период завода [10][24].

Внедрение цельноацетатной схемы "ББ" вместо ацетатно-фторидной и разработка перекисно-ацетатного окислительного процесса являются важнейшими достижениями работников завода и Радиевого института. Оба эти процесса в первую очередь связаны с именем Александра Петровича Ратнера.

«Ратнер присутствовал при пуске каждого отделения завода и практически для каждого отделения приходилось уточнять регламент процесса. Во время пуска завода он наблюдал за ходом технологии не только со щита управления процессом и не только по анализам, он входил частенько в каньоны, смотрел, как идет осаждение и фильтрация осадка», — вспоминает М.В.Гладышев.

Александр Петрович был очень общительным, дружелюбным, отзывчивым человеком, очень жизнерадостным и веселым. Ветераны завода вспоминают: "Когда Ратнер был в отделении, работать было спокойно". Его самоотдача производству привела к его же гибели. Он умер через 8 лет после пуска завода в возрасте 50 лет.

**АКАДЕМИК АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ВИНОГРАДОВ —
ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
РАДИОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА**

С А.П.Виноградовым на заводах "Б", "В" много лет работал сотрудник ЦЗЛ Виктор Матвеевич Тараканов. Его воспоминания об Александре Павловиче представляют большой интерес.

В пусковой период на заводах "В", "Б" мне много раз приходилось видеть Александра Павловича и разговаривать с ним. Будучи членом-корреспондентом АН СССР, главой всей аналитики атомного проекта, он никогда не устанавливал дистанции между собой и рядовым сотрудником, с ним всегда было просто и интересно.

Он не удовлетворялся встречами с руководителями работ, стараясь дойти до рядовых исполнителей и, будучи человеком высокой культуры, с интересом, вниманием и тактом выслушивал их мнение.

Встречался я с Александром Павловичем и позже.

В 1950 году он пришел ко мне в комнату и рассказал, что в одном американском журнале (насколько помню в Физикал Ревю) опубликована статья, посвященная эмиссионному спектру урана, автор которой обнаружил аномально большое избыточное смещение некоторых линий урана. Он просил меня познакомиться с этой статьей и высказать мнение о возможности использовать этот эффект для спектрального определения изотопного состава урана.

В ЦЗЛ имелся дифракционный спектрограф фирмы "БЭРД", наладкой которого я занимался.

Познакомившись со статьей и оценив возможности прибора, я дал согласие заняться этой работой. Для ускорения работы Александр Павлович, пользуясь свободным проходом на завод 20, на следующий же день привез в жилетном кармане пробирку с закисью-окисью урана 50 % обогащения, и я приступил к работе.

Работа шла успешно. Александр Павлович при каждом приезде интересовался ее ходом; заинтересовался ею и академик А.П.Александров. Однако довести эту работу до конца не удалось, так как спектрограф по просьбе И.В.Курчатова был передан в его институт.

Запомнились встречи с Александром Павловичем в 1954 году на заводе "В". Как истинный ученый, он всегда старался все, что возможно, увидеть своими глазами и понять, что видел. Так, однажды зашел разговор об окисляемости металлического плутония, и он предложил посмотреть, как это происходит. Он добыл королек плутония величиной с горошину, положил его на крае-шек разогретого муфеля, и мы с большим интересом наблюдали, как

горошина металла превращалась в коническую грудку двуокиси, во много раз большую по объему, чем металл.

Примерно в то же время по заказу одного из институтов была приготовлена довольно большая партия кристаллического нитрата плутония. Александр Павлович пригласил меня посмотреть, как выглядят эти кристаллы. Среди зеленых кристаллов нитрата четырехвалентного плутония он заметил несколько кристаллов, отличающихся по форме и цвету (розоватых). Он спросил мое мнение по этому поводу, и я высказал, исходя из спектров поглощения, предположение, что, вероятно, это шестивалентный плутоний, образовавший самостоятельную фазу.

“А можете ли проверить?” — спросил он. Я растворил один из кристаллов и снял спектр поглощения раствора. В растворе оказался чистый шестивалентный плутоний.

Последняя из запомнившихся мне встреч с Александром Павловичем состоялась где-то около 1960 года.

Она была связана со следующими обстоятельствами. Изучая распределение плутония в облученных урановых блоках, сотрудник ЦЗЛ Я.П.Докучаев пришел к заключению, что подлинное накопление плутония намного превышает расчетное.

Мной были проделаны анализы нескольких десятков проб продукта 62 (раствор после растворения блоков), результаты которых подтверждали, что содержание плутония в продукте 62 действительно больше расчетного, но в меньшей степени, чем указывал Докучаев.

Поскольку этот вопрос представлял существенный интерес, так как касался производительности комбината и потерь плутония, была организована комиссионная проверка на нескольких пробах прод.62, в которой участвовали сотрудники четырех институтов и комбината. Проверка проводилась по инициативе Александра Павловича в радиохимической лаборатории ГЕОХИ.

Приехав в Москву для участия в этой работе, я пришел к Александру Павловичу, чтобы решить организационные вопросы. Он встретил меня радушно, но попросил посидеть в его кабинете, посмотреть журналы, лежавшие на столе. Мне было не до журналов. В течение примерно часа, я наблюдал за работой директора ГЕОХИ,

принявшего за это время более десяти человек, ответившего на множество телефонных звонков.

С изумлением и восхищением я видел как он с полуслова понимал собеседника, с какой кажущейся легкостью он принимал решения, поражался его эрудиции, блестящей памяти и энциклопедическими знаниями. Таким мне запомнился Александр Павлович на всю жизнь.

**БОРИС ВЕНИАМИНОВИЧ ГРОМОВ —
ДИРЕКТОР, ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ЗАВОДА "Б"
В ПЕРИОД С 1948-1951 ГГ.**

За пуск завода Б.В.Громов удостоен звания Героя Социалистического Труда.

В период строительства завода Борис Вениаминович почти ежедневно бывал в отделениях, наблюдал, как идут строительные и монтажные работы, читал лекции производственному персоналу по технологии и оборудованию, знакомился с людьми, проверял, как работники теоретически и практически осваивают процесс и знают устройство аппаратов.

В период пуска завода его можно было видеть на рабочих местах в любое время суток. Он присутствовал при проведении всех первых операций во всех отделениях завода.

Много было неприятных и аварийных ситуаций во время пуска завода, но Громов умел быстро найти выход из труднейшего положения; у него всегда были интересные задумки, предложения, направленные на совершенствование процесса и улучшение техники безопасности.

Он не терпел халатности, разгильдяйства — это вызывало у него такой гнев, что было страшно. Но он был отходчив, быстро налаживал добрые деловые отношения.

Громов очень хорошо знал персонал завода, его любили за приветливое, доброжелательное отношение к людям, за умение просто и доходчиво объяснить непонятные моменты в технологии.

Он очень любил женщин и женщины ему отвечали тем же.

О других ученых Б.П.Никольском, Б.А.Никитине, Н.Е.Брежневой, Н.С..Чугрееве написано много в тексте главы 2.

Все работники завода работали добросовестно, а при появлении каких-либо сбоев, неполадок в технологии немедленно вместе устраняли их, не считаясь ни с занимаемой должностью, ни с возрастом, ни со временем.

Такому единству людей во многом способствовали начальники сквозных смен завода: А.В.Кузьмичева, Е.Д.Вандышева, М.М.Башкирцев, П.Ф.Сахаров, Н.А.Соколов, В.Г.Черевань, умудренные большим опытом жизни и работы с людьми на других заводах страны.

В отделениях много работало девушек, только что окончивших институты или техникумы.

Б.В.Громов часто говорил: "Девчата-химики на своих плечах вынесли все тяготы пускового периода".

Ветеран М.Смирнов написал стихи, посвященные женщинам завода 25 ("Б").

“Девчонки, милые девчонки,
Какими были Вы тогда!
Еще Уральская сторонка
Таких не знала никогда.
На щитовых, расходомерных,
Как нужен был ваш женский глаз,
Сосредоточенный и верный,
Ведь мы б не справились без вас.
Одеты были в комбинезоны,
А белый чепчик так к лицу!
Эпохи атомной Мадонны,
Хоть каждую ведем к венцу...!”

Глава 3 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВРЕДНОСТИ НА РАДИОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ "Б"

На заводе "Б"(25) осуществлялся сложный, трудоемкий и радиационно-опасный процесс разделения радионуклидов из смеси, поступающей с атомного реактора "А".

На всех этапах технологического процесса присутствовали высокоактивные, долгоживущие радионуклиды, создающие основной фактор радиационной вредности — гамма-поля высокой мощности.

По данным службы дозиметрии П.И.Моисейцева в 1950—52 г.г. гамма-поля в щитовых помещениях составляли в среднем 15000 мкР/час, в каньонах 180000 мкР/час, а в аварийных ситуациях значительно выше. Такой мощный гамма-фон в каньонах, несмотря на ограниченное время пребывания персонала вблизи аппаратов и коммуникаций, приводил к неизбежному переоблучению работников завода [38].

Помимо внешнего облучения, которое следует считать основным фактором профессиональной вредности, у некоторой части персонала наблюдалось накопление в организме различных радионуклидов за счет аэрогенного пути поступления.

В период освоения производства в воздушной среде и на рабочих поверхностях производственных помещений присутствовали долгоживущие радионуклиды, в концентрациях в десятки и сотни раз превышающие допустимые нормы ($ДК_A$).

При отборе проб, при выдаче товарных продуктов — плутония, урана, при проведении сварочных работ на действующих технологических коммуникациях концентрация альфа-, бета- и гамма-активных аэрозолей в воздухе рабочей зоны превышала $ДК_A$ в тысячи раз.

В 1949 году загрязнение воздушной среды на рабочем месте не должно было превышать 10^{-11} Кюри/л для альфа-аэрозолей и 10^{-10} Кюри/л бета-аэрозолей [40].

По мере изучения влияния плутония на организм человека

допустимая концентрация плутония в воздухе рабочей зоны ужесточалась. В 1954 году ДК_А для плутония равнялась 10^{-14} Кюри/л [41], а в 1976 г — $9 \cdot 10^{-16}$ Кюри/л воздуха [42].

Начальный период работы завода обнажил все трудности ведения процесса и показал многие недостатки проекта, которые устраняли по ходу освоения действующей технологии.

В начальный период в "аварийном" режиме, получая недопустимо большие дозы облучения, работал персонал ремонтников: механики, слесари, киповцы, все без исключения сотрудники лаборатории, пробоотборщики, спецаппаратчики.

Нижеприведенные воспоминания ветеранов завода наглядно и убедительно говорят о колоссальных трудностях пускового периода.

Борис Васильевич Брохович — главный энергетик завода Б в 1948-1949 гг. — так характеризует пусковой период производства: "Отсутствие специальных разработок по созданию высококачественных насосов, вентилях, клапанов приводило к переоблучению работающего персонала. Вентили и клапаны не держали растворы, поэтому были большие проливы и загрязнение насосного хозяйства. Нередки были случаи, когда агрессивные, радиоактивные растворы закачивали не по назначению. "Грязные" растворы попадали даже в чистые помещения".

Не продумана была система пробоотбора. Высокоактивные пробы вручную отбирались и переносились в лабораторию в деревянных ящиках [43].

Механик Виктор Сергеевич Сладков отмечает: «Неполадки и осложнения в пусковой период завода возникали в основном по причине несовершенства технологии и недоработок проекта».

В действующем процессе приходилось по ходу принимать принципиально иные решения. Переделки оборудования проводились в экстремальных условиях, в высоких гамма-полях, когда счет времени на работу человеку давался минуты или секунды.

В качестве примера В.С.Сладков приводит следующий факт: "В 1950 году проводились вынужденные и довольно основательные переделки фильтрационных узлов отделения б, где осадок урана отделялся от раствора плутония.

Фильтры, смонтированные и установленные в каньоне, были открытыми, поэтому воздух в каньоне был насыщен микро-

пическими капельками радиоактивного раствора. При забивании фильтра осадком случались переливы раствора прямо на дно каньона.

Приходилось "грязную" фильтровальную ткань заворачивать, закладывая в контейнер и бегом нести контейнер на машину, везти на комплекс "С", где содержание контейнера сбрасывалось в хранилище. Занимались этим спецаппаратчики. Время на замену ткани исчислялось секундами.

Через некоторое время вместо фильтров смонтировали герметичный аппарат-отстойник, но все переделки шли в условиях действующего производства. Рабочие получили высокие дозы облучения».

Хотелось бы сказать несколько слов и о сварщиках. Им, пожалуй, досталось больше всего. Сваривали они грязнушие трубопроводы. Вопросы об отмывке оборудования перед ремонтом в первое время даже не стояло. Освобождали трубопровод от рабочего раствора, трубу продували воздухом и все. Иди вари! Радиоактивные продукты при сварке возгонялись, попадали в дыхательные пути человека.

С большим переоблучением проводилась замена вышедших из строя вентиляей.

Как это происходило, вспоминает слесарь-ремонтник А.И.Бутаенко. "Входишь, вернее, вбегаешь в каньон, а там в полутьме от трубы неясное свечение идет".

Сложной задачей было снять вентиль, не повредив посадочную поверхность. Не менее трудно было установить исправный вентиль. По очереди входили члены бригады в каньон, каждый на 1-3 минуты. Работали на пределе своих сил. Семь потов сойдет, пока поставим исправный вентиль на место. Особенно тяжело было заменять вентиля в вентиляных нишах — радиация, теснота, соседние горячие вентиля.

Таким образом, становится понятно, почему ремонтный персонал очень быстро "набирал" большое количество рентген и быстро уходил с завода, а нередко и из жизни. Но как свидетельствует А.П.Осипов, доставалось не только механикам, но и технологам, операторам, хотя по сравнению с ремонтным

персоналом они числились элитой, поскольку их рабочие места были расположены на щитах, а щиты по проекту должны быть самыми чистыми местами на заводе. Но радиоактивные растворы могли попадать даже на щиты. А.И.Храмцов рассказывает: "Сняв однажды неисправный манометр в щитовой, я с ног до головы был облит радиоактивным раствором, брызнувшим под давлением из импульсной трубки. То есть, даже в щитовое помещение могли попадать радиоактивные растворы".

В таблице 3.1 приведены дозы облучения персонала радиохимического завода при выделении плутония, из облученных урановых блоков [39].

Таблица 3.1

Дозы облучения персонала первого радиохимического завода "Б" при выделении плутония из облученных в реакторе "А" блоков, % от общего числа работающих на заводе [39].

Год	Доза облучения персонала при различных бэр. %				Суммарная доза облучения, бэр/год
	25	25-100	100-400	400 и выше	
1949	26,9	66,2	6,9	-	48,0
1950	21,5	42,0	36,0	0,5	94,0
1951	13,8	41,6	42,8	1,8	113,3
1952	21,8	57,0	21,2	-	66,0
1953	50,7	47,3	2,0	-	30,7
1954	70,8	29,1	0,1	-	20,0
1955	66,5	33,1	0,3	-	21,3
1956	76,9	23,1	-	-	16,2
1957	74,4	25,5	0,1	-	17,5
1958	90,9	9,1	-	-	10,8
1959	96,8	3,2	-	-	14,7
1960	100*	-	-	-	15,2
1961	100*	-	-	-	11,0
1962	100*	-	-	-	7,6

5* 0) Доза < 5 бэр/год (в настоящее время это предельно допустимая доза) в 1960-62 гг была соответственно у 60, 37 и 50,9 % работающих.

В таблице 3.1 приведены дозы облучения персонала завода "Б" в период 1949-1962 гг [39].

В 1949 году дозы облучения в среднем на одного работника завода составляли 48 бэр/год.

В 1950-1951 гг технология отлаживалась, "грязное", частично разрушенное оборудование, заменялось на более совершенное. Заменялись приборы, датчики прямо в действующем производстве. Все это привело к тому, что дозы облучения в среднем на одного человека возросли до 100 бэр/год. Отдельные работники, главным образом ремонтный персонал, получали по 200-400 бэр/год, хотя на комбинате в первые годы была установлена норма 30 бэр/год. В 1954 году на комбинате была установлена норма 5 бэр/год. Однако выполнить ее было очень трудно. Только к 1962 году средняя годовая доза облучения персонала завода снизилась до 10 бэр/год, у 50 % работников она не превышала 5 бэр/год.

На рис. 3.1 приведены изменения предельно допустимых доз персонала атомных предприятий США с 1925 по 1995 гг .

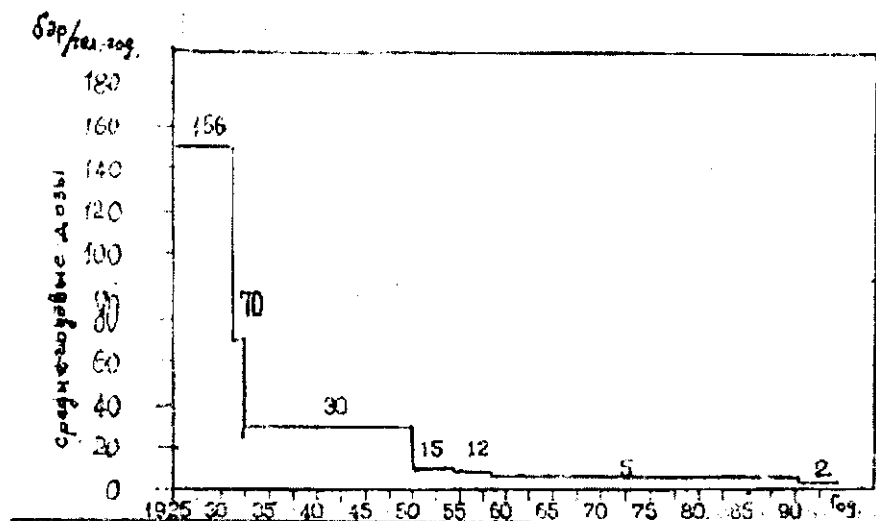


Рис. 3.1 - Изменение предельно допустимых доз для атомных предприятий с 1925 по 1995 гг (США)

Примечание. С 1896 по 1925 гг дозы не нормировались.

Для сравнения приводится график изменения доз облучения на заводах группы "А" и на радиохимическом заводе 235 с 1948 по 1996 гг [43].

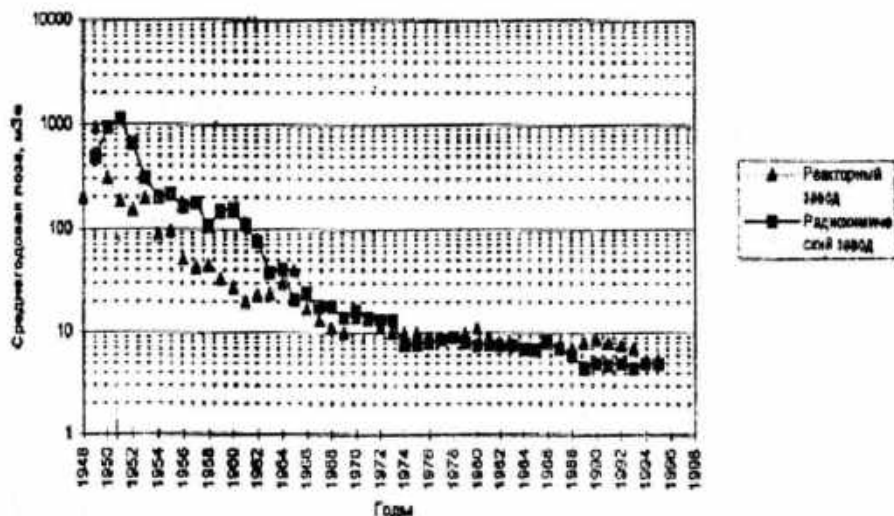


Рис 3.2 - Изменение доз облучения с 1948 по 1996 гг.

Примечание. 1000 мЗВ = 100 Бэр.

В период пуска и освоения производства на радиохимическом заводе возникли практически все известные клинические формы радиационной патологии: острая лучевая болезнь (ОЛБ), хроническая лучевая болезнь (ХЛБ), плутониевый пневмосклероз, как вариант ХЛБ, вызванный накоплением плутония в легких; локальные лучевые травмы кожи (лучевые ожоги, лучевые дерматиты и лучевые катаракты) [38].

В таблице 3.2 приведены данные по профессиональным заболеваниям работников радиохимического завода.

Таблица 3.2

Профессиональная заболеваемость на заводе "Б" (25) по пятилеткам в случаях

Годы наблюдения	ХЛБ	ОЛБ	Плутониевый пневсклероз	Лучевые ожоги	"Наколы"	Всего
1949-1953	1097	11	0	89	0	1127
В том числе						
1949	31	0	0	2	0	33
1950	425	2	0	3	0	430
1954-1958	67	1	0	3	0	71
1959-1963	8	0	0	4	0	12
1964-1968	0	0	5	5	1	11
1969-1973	0	0	2	1	1	4
1974-1978	0	0	0	1	1	2
1979-1983	0	0	0	3	5	8
1984-1986	0	0	0	1	8	9
Всего	1172	12	7	107	16	1314
%	89,3	0,9	0,5	8,1	1,2	

В таблице 3.2 представлены сводные данные по лучевой заболеваемости в первые 2 года и по пятилеткам в последующие годы.

Как следует из таблицы, в первые годы до 1963, основной формой лучевой патологии была хроническая лучевая болезнь, которая составляла до 90 % от всех профессиональных заболеваний.

В заключение следует отметить, что хроническая лучевая болезнь была диагностирована только на ПО "Маяк" в первые годы работы (1949-1963 гг). Ни на каких других атомных заводах в нашей стране ХЛБ не диагностировалась.

Глава 4 РОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА, ПРОЕКТАНТОВ, УЧЕНЫХ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ НА НОВОМ РАДИОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ “ДБ”(35) С ЦЕЛЮ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ, ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

4.1 РАЗРАБОТКА НОВОГО ПРОЕКТА ЗАВОДА

В 1954 году начали строить новый завод под названием дублер Б. Его строительство было задумано еще в 1951 году Б.Г.Музруковым, Б.В.Громовым и А.П.Ратнером.

Завод “Б”(25) работал, своевременно выдавал необходимую продукцию, но на заводе постоянно проводились ремонтные работы, вносились изменения в конструкцию оборудования, переделывалась система сброса радиоактивных газов в большую трубу и т.д.

После проведения таких работ появились больные с резким изменением состава крови, с профожогами тела.

Санитарно-гигиенические условия на заводе “Б”(25) были неудовлетворительными. Небольшой санпропускник был плохо оборудован и плохо использовался. Многие работники ходили в производственные здания в своей личной одежде, набросив на себя лишь сверху халат. Если кто и переодевался, то тщательно от радиоактивной “грязи” не отмывался. Дозиметрический контроль только зарождался. Не было хороших приборов, отсутствовала система допусков. Дозиметристы не очень рьяно вмешивались в работу даже ремонтников [40][10].

В результате “грязь” разносилась по всем чистым помещениям завода и даже попадала с одеждой в город, в жилые помещения.

Главной целью строительства нового завода было создание нормальных условий труда, устойчивой технологии и улучшения

санитарно-гигиенических условий для персонала завода.

Решение правительства о строительстве дублера было принято в 1952 году, и срочно в Ленинградском институте ГСПИ-11 началось проектирование завода.

В проектировании дублера активное участие принимал эксплуатационный персонал.

1 октября 1953 года на заводе была оформлена рабочая группа по курированию проекта и строительству завода "ДБ". В состав группы вошли: А.Ф.Пашенко (председатель), А.В.Кузьмичева, В.П.Балановский, М.В.Гладышев, Г.И.Чечетин, В.А.Гребениченко, С.Л.Свищев, М.Е.Сопельняк, Е.И.Микерин. Многие члены группы работали на заводе "Б" с момента его пуска, приобрели опыт работы с радиоактивными продуктами, хорошо знали используемое оборудование, его недостатки, знали и недоработки проекта старого завода "Б"(25). Немало невзгод пришлось им пережить, большинство из них получили хроническую лучевую болезнь и были "списаны" с завода по состоянию здоровья.

Им предстояло вместе с проектантами Я.И.Зильберманом, Л.Н.Жуковой, Хохловым и другими спроектировать новый завод, лучший в эксплуатации, менее опасный в работе. Схема расположения производственных помещений на новом заводе по сравнению со старым имела явные преимущества:

Была предусмотрена трехзональная планировка зданий [46].

Проектанты учли многие замечания и пожелания эксплуатационного персонала.

В первой зоне были расположены на одном уровне по длине здания и изолированы мощной защитой из тяжелого бетона все основные аппараты, в которых должны были осуществляться технологические процессы, трубопроводы, по которым должны подаваться радиоактивные растворы, сдувочные коммуникации, вентили управления.

Каждый аппарат был расположен в отдельном каньоне.

В центральной плите перекрытия каньона устанавливалась пробка, через которую в монтажный зал выводились датчики КИП. Через проходки в стенах каньона аппараты соединялись с растворными и сдувочными коммуникациями.

Все трубопроводы для передачи растворов были расположены в специальном коридоре также по длине здания. В коридоре был установлен самоходный сварочный агрегат (ССА). Устройство кабины на агрегате обеспечивало полную радиационную защиту работающего.

Все вентили на активных трубопроводах были расположены в вентильном коридоре. Вентильные коридоры обслуживались велосипедным краном (ВК) с подъемным механизмом для замены вентилей.

Коридор химпробоотбора был оснащен коробом по длине здания. По коробу двигалась тележка с помощью троса. Ее можно было остановить перед каждым пробоотборником для взятия пробы. Таким образом пробоотборщик мог отобрать пробу, не подходя к аппарату, и с помощью транспортера передать ее в лабораторию на анализ [46]. Начальником лаборатории был Александр Иванович Козлов.

К 1954 году уже появились новые конструкции аппаратов, вентилей, специальной запорной арматуры, приборов и различные механизмы для дистанционного обслуживания и ремонта оборудования. Все это стало использоваться на заводе "ДБ"(35). В лаборатории были построены "горячие камеры", в них проводили расфасовку проб.

Во второй зоне располагались производственные помещения по обеспечению процесса химреагентами и коридоры по управлению вентилями.

В третьей зоне располагались помещения максимального пребывания персонала: щиты управления, служебные помещения, склады, проходы для работников завода.

ТАК ПРОСТО И УДАЧНО БЫЛИ РЕШЕНЫ СЛОЖНЕЙШИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, ЕГО НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ [46].

4.2 ПОДГОТОВКА ЗАВОДА "ДБ" (35) К ПУСКУ

Завод "ДБ" должны были пускать в 1957 году, но взрыв емкости с высокоактивными отходами нарушил намеченный план, и первая очередь завода (северная нитка) была подготовлена к пуску только в сентябре 1959 года.

Строительство завода и монтаж оборудования проходили в условиях повышенной радиационной опасности, так как все стены, крыши, перекрытия построенных зданий были очень "грязными".

Работники строительных организаций совместно с коллективом завода вынуждены были убрать всю радиоактивную "грязь". Это было непросто. С загрязненных стен активность смывали сначала водой, затем щетками счищали оставшуюся "грязь", в ряде случаев приходилось сбивать и штукатурку. "Грязный" мусор складывали в самосвалы и отвозили в яму-могильник твердых радиоактивных отходов.

Свое юридическое существование как самостоятельный завод химкомбината "Маяк" завод "ДБ" начал 20 мая 1957 года, когда были созданы и оформлены приказом управление и отделы завода. Директором был назначен Михаил Васильевич Гладышев, главным инженером — Владимир Петрович Балановский.

М.В.Гладышев — кандидат технических наук, сильный организатор. Он умело находил контакты с руководителями строительных и монтажных организаций. Имел тесную связь с руководителями научно-исследовательских институтов, что обеспечивало успех всех начинаний на заводе.

М.В.Гладышев поддерживал интерес у работников завода к новым идеям, проявлял заботу о персонале завода. По его инициативе и при активном участии была создана прекрасная база отдыха "Огонек", где каждый работник мог отдохнуть; было создано цветочное хозяйство — юбиляры с завода всегда уходили с цветами. В душевой мужского санпропускника была создана парилка, которая пользуется большим успехом.

Владимир Петрович Балановский приехал на завод 25 в 1951 году из г. Глазова, где он работал на опытно-экспериментальном производстве по получению гексафторида урана. На заводе 25 он

сначала был назначен начальником смены объекта, а с марта 1952 года — начальником цеха.

С мая 1957 года — он первый главный инженер завода 35("ДБ").

К этому времени Владимир Петрович стал высококвалифицированным специалистом, энергичным, необычайно работоспособным, ответственно относящимся к любому делу, которое его касалось. Был он вспыльчив, горяч, но отходчив, на все имел свое мнение.

Работать с ним было легко, и в коллективе завода 35 он пользовался большим авторитетом.

В 1961 году В.П.Балановский был переведен в Томск-7.

После него главным инженером работал Евгений Ильич Микерин — очень грамотный специалист, спокойный, всегда умно и уверенно говорил, умел разрешать конфликтные ситуации между людьми. На заводе "ДБ" (35) он сначала возглавлял отдел главного технолога. Лично участвовал в подготовке технологического персонала к пуску завода. В 1965 году Е.И.Микерин уехал в г. Красноярск-26. Стал работать главным инженером, а затем директором Горного химического комбината. С 1965 года главным инженером завода "ДБ" стал Ромуальд Федорович Кулаков, ранее работавший на дублере начальником технического отдела.

На заводе "ДБ" была заложена целлюлозноацетатная технология "ББ". В отличие от старого завода товарным продуктом в линии плутония был диоксид плутония вместо азотно-кислого раствора. Диоксид получали после прокаливания осадка оксалата плутония.

На заводе монтировались две адекватные самостоятельные технологические цепочки: северная и южная нитки. Первой к пуску готовилась северная нитка. Строительство и монтажные работы на южной нитке шли с отставанием на год.

4.3 ПУСК ЗАВОДА "ДБ"

15 сентября 1959 года был осуществлен пуск завода "ДБ" на реальном сырье.

Принять, загрузить и начать растворение облученных блоков

первой производственной операции было поручено персоналу смен В.М.Константинова и Е.М.Ихлова.

Главный инженер В.П.Балановский дал команду Константинову В.М. начать загрузку блоков. Оператор М.Д.Терехов произвел на автоматическом управлении точную установку вагона-контейнера к течке и загрузил облуженные блоки в аппарат-растворитель.

С начальником смены, а затем с начальником цеха Владимиром Михайловичем Константиновым я сталкивалась по работе и на заводе "ДБ", и на заводе "В". Работать с ним было интересно и приятно.

Владимир Михайлович — человек высокой культуры. Очень много вложил труда и личной инициативы в период освоения технологии на дублере. Он четко ставил задачи перед производственниками и представителями исследовательских организаций, определял срок исполнения и обязательно проверял исполнение порученного задания и качество работы. В.М.Константинов — умный технолог, хороший организатор и большой патриот завода "ДБ".

Переработку азотно-кислых растворов с целью выделения и очистки плутония и урана от продуктов деления осуществляли без спешки, основательно: велась градуировка приборов, шла доводка элементов автоматики.

Здесь действовал Владимир Дмитриевич Мельников — начальник отдела КИПиА.

Владимир Дмитриевич проявил себя не только знающим специалистом, но и прекрасным организатором. Он обладал даром убеждать работников службы логикой своих суждений и глубокими знаниями. Он развивал у своих работников творческую инициативу, а это помогало разрабатывать новые приемы контроля производства, внедрять автоматизацию на отдельных технологических узлах.

Доводкой всех технологических параметров до оптимального условия руководил Герман Дмитриевич Торопов — научный руководитель завода, ответственный за ядерную безопасность.

Герман Дмитриевич начал свою трудовую деятельность в ЦЗЛ в 1949 году руководителем группы исследователей. В 1958 году защитил кандидатскую диссертацию, а в 1970 — докторскую. Тема его докторской работы была посвящена разработке оксалатного

метода извлечения плутония из облученных урановых блоков. Работал он вместе с академиком А.А.Гринбергом и доктором наук А.Д.Гельман.

М.В.Гладышев считал, что Г.Д.Торопов, перейдя из ЦЗЛ на завод, станет настоящим производственником. Он действительно много сделал по отладке ацетатной технологии на заводе "ДБ".

Я помню Германа Дмитриевича по работе в ЦЗЛ. Это был веселый, увлекающийся научный работник, обладал мягким юмором. Когда в процессе работы получал новые данные, ранее неизвестные, глаза его сияли. Он не любил административную работу и по складу характера был больше исследователем, чем производственником.

Сравнительно гладко на заводе прошло освоение технологии первой половины схемы: перекисно-ацетатного осаждения натрий-уранилтриацетата и первого восстановительного осаждения. Далеко не так гладко шло освоение конечной стадии технологии.

Были сложности при проведении второго восстановительного ацетатного осаждения — не было удовлетворительного разделения урана и плутония.

Для снижения захвата плутония осадком натрийуранилтриацетата на втором восстановительном осаждении под руководством Г.Д.Торопова была отработана технология восстановительного ацетатного осаждения в присутствии сильного комплексообразователя — трилона "Б". Захват плутония осадком уранила заметно снизился.

Особенно с большими трудностями столкнулись на заводе при отработке технологии осаждения оксалата четырехвалентного плутония и получения из него диоксида плутония. Ненадежно работало оборудование аффинажного отделения, были трудности и в отработке технологии.

Для получения требуемой очистки плутония от урана и продуктов деления необходимо было проводить два оксалатных осаждения четырехвалентного плутония.

Маточный раствор от первого оксалатного осадка отделялся декантацией, а от второго осаждения — центрифугированием. В отделении были смонтированы центрифуги, в которые вставлялись

кварцевые стаканчики с осадком. После фугования осадки оксалата в том же кварцевом стаканчике направлялись в прокалочную печь для получения диоксида плутония.

Внедрить метод центрифугирования в аффинажном отделении не удалось, так как кварцевые стаканчики постоянно лопались, разбивались, происходило загрязнение камеры битым стеклом и двуокисью плутония. Воздух в рабочей зоне значительно превышал установленную норму по активности.

От центрифугирования пришлось отказаться. Под руководством конструктора Льва Георгиевича Матюхова был спроектирован и изготовлен узел фильтрации осадка с обычным нутч-фильтром.

Для снятия осадка с фильтра и перенесения его в платиновый стакан для прокаливания был применен шпатовый манипулятор [46][10].

Технологический процесс в аффинажном отделении также проходил с большими трудностями.

Осадок первого оксалата плутония получался мелкокристаллическим, не укладывался в уровень декантации даже при значительном увеличении времени отстоя.

В отдельных партиях до 15 % плутония, полностью очищенного от урана и продуктов деления, возвращалось в начало процесса и плутоний повторно проходил весь цикл очистки от урана и ПД. При этом происходили его дополнительные потери. Г.Д.Торопов отмечал, что еще с большими трудностями столкнулись при получении соли оксалата плутония из растворов после сорбционной и экстракционной очисток.

Оксалатные осадки зависали в аппаратах, плохо фильтровались.

Работники ЦЗЛ — В.В.Морозов, М.И.Кириллова нашли условия получения крупнокристаллических, хорошо отстаивающихся и хорошо фильтрующихся осадков оксалата плутония. Это позволило в 5-10 раз снизить сброс плутония в декантат за счет исключения срыва осадка при декантации [47].

Кроме того, при прокаливании мелкокристаллического осадка плутония получался мелкий порошок диоксида плутония с дисперсностью 1-3 микрона. Легкопылящая двуокись плутония распылялась в камере, частично уносилась в другие отделения

завода. Двуокись плутония в средах ацетатной технологии не растворяется, и поэтому захватывалась илами, твердыми технологическими отходами. Эти потери плутония являлись неучтенными.

В.В.Морозов, М.И.Кириллова, Л.П.Сохина впервые выделили труднорастворимое комплексное оксалатное соединение плутония-диплутоний пентаоксалат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Pu}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. При прокаливании этого комплексного соединения диоксид плутония получался крупнокристаллическим, малопылящим [47].

В процессе отлаживания нового оборудования в прокалочном узле и отработки технологии получения малопылящего диоксида плутония эксплуатационный персонал отделения подвергался внутреннему альфа-облучению. Альфа-активность в воздухе рабочей зоны превышала норму в сотни и тысячи раз.

Руководил аффинажным отделением Николай Николаевич Гонин. До этого он работал на химико-металлургическом заводе и там выполнял аналогичную работу. Николай Николаевич был очень старательным инженером, все делал для производства как можно лучше, часто работал на наиболее опасных участках. Вскоре заболел и умер.

После полной реконструкции узла прокаливания и внедрения рекомендаций исследователей по получению малопылящей двуокиси плутония альфа-активность в воздухе рабочей зоны резко снизилась.

2 ноября 1960 года вступила в строй "южная нитка".

К концу 1961 года завод освоил проектную мощность по выпуску товарной продукции. В этом же году приказом директора комбината на заводе было образовано 4 технологических цеха. Цех 1 — северная нитка здания 802, начальник цеха В.М.Константинов, его заместитель — В.М.Шидловский, инженер-технолог — Г.А.Лелюк, инженер-механик — Л.Ш.Долгов, инженер КИП — И.В.Марков. Начальники смен цеха были В.А.Боровинский, В.К.Сажнов, Е.Н.Бойков, М.Т.Веселов, Н.Я.Дорожжин.

Цех 2 — южная нитка. Начальник цеха — Е.М.Ихлов, его заместитель — Д.М.Фесик, инженер-технолог — В.А.Лямшев, инженер-механик — В.Н.Дмитриев, инженер КИП — В.М.Третьяков.

Начальники смен цеха — В.Н.Пискунов, Г.В.Гомзин, Б.И.Ковалев, Н.А.Секретов, А.Н.Сапогов, И.Д.Морозов.

Цех 3 (получение прод. 80) начальник цеха — А.М.Кириллов, его заместитель В.Д.Симаков, инженер-механик А.Г.Гарафеев, инженер КИПиА С.Н.Медведев. Начальники смен цеха — Р.А.Дьяченко, Ю.И.Кравченко, А.П.Потехин, Ю.А.Ивакин, В.В.Слинкин, Ю.С.Бычков.

В цехе 4 проводилась переработка жидких отходов цехов 1-4, заключающаяся в проведении следующих технологических операций:

- регенерация уксусной кислоты в виде ацетата натрия из щелочных декантатов, полученных после осаждения ацетатных маточников от окислительных и восстановительных осаджений;
- очистка щелочных декантатов от рутения-106 и цезия-137 на осадках ферроцианида калия и сульфидов железа, хрома, никеля с последующим захоронением осадков;
- очистка нитратосодержащих растворов методом кристаллизации соли нитрата натрия;
- переработка маточников от растворения алюминиевых оболочек;
- контроль за работой хранилища жидких высокоактивных отходов (ВАО), ферроцианидных и сульфидных суспензий;
- регенерация азотной кислоты из воднохвостовых растворов и концентрирование активности методом упаривания.

Начальником цеха был назначен С.Е.Степанов.

Завод быстро освоил безаварийное ведение технологического процесса, добился высокой выработки основного продукта и уже к 1969 году превысил в 3 раза проектную мощность.

В 1971 году произошло объединение цеха 1 и 2 в единый цех. Начальником цеха был назначен В.М.Шидловский, заместитель цеха Н.П.Глебов, инженерами-технологами утвердили В.К.Сажнова, В.В.Домнина.

Вскоре к объединенному цеху подсоединили здание 807.

Главным для начальника цеха Владислава Михайловича Шидловского была безопасность производства, повышение производительности цеха, улучшение экологии вокруг комбината.

Отделы завода возглавляли классные специалисты, знатоки своего дела, прошедшие школу жизни на заводе "Б"(25). На них начальник цеха смело мог положиться.

Работа шла без аварий и серьезных нарушений.

Но В.М.Шидловского постоянно беспокоило отделение аффинажа плутония — получение диоксида плутония высокого качества и минимальное содержание альфа-активности в воздухе рабочей зоны. Периодически Владислав Михайлович проводил оперативки в этом отделении с привлечением работников ЦЗЛ.

В объединенном цехе за время работы В.М.Шидловского производительность труда повысилась в четыре раза.

Расход азотной кислоты снизился в два раза за счет поддува кислорода вместо воздуха в аппарат-растворитель.

Сброс радионуклидов в атмосферу уменьшился в 150 раз по сравнению со сбросом на заводе "Б" [46].

Инженерно-технический персонал на заводе был устойчив и очень активно принимал участие в совершенствовании технологии, в увеличении выпуска основной продукции и улучшении ее качества.

Много выросло на заводе прекрасных специалистов-технологов, механиков, энергетиков, киповцев, работников службы дозиметрии и управленческих служб.

С особым уважением пишет М.В.Гладышев об Александре Николаевиче Сапогове. Он считает его самородком по природе, инженером по знаниям, техником по образованию. А.Н.Сапогов был ведущим руководителем работ во время монтажа новых схем, выяснял причины неполадок в оборудовании. Он вызывал большую симпатию к себе у всех работников завода.

Рабочему Геннадию Семеновичу Лутовину присвоили звание "Героя Социалистического Труда". Своим отношением к труду и к товарищам он завоевал большое уважение, стал бригадиром. Работал в трудных, опасных местах с большим старанием, нередко попадал в условия повышенной загазованности помещения, повредил свое здоровье.

М.В.Гладышев с большой гордостью пишет и о сварщике высшей квалификации Василии Петровиче Мишине.

В.П.Мишин обладал не только мастерством сварщика, но и

незаурядными организаторскими способностями. Работники завода очень его уважали. В 1989 году выбрали председателем заводского комитета профсоюза.

Итак, в процессе освоения нового радиохимического завода "ДБ" (35) были решены следующие проблемы.

Резко улучшены условия труда работников завода. С 1960 года на радиохимическом заводе уже не диагностировалась хроническая лучевая болезнь. Практически все работники завода стали укладываться в установленную дозу облучения — 5 бэр/чел.год.

Этому способствовало:

- внедрение новых проектных разработок;
- внедрение различных механизмов дистанционного обслуживания оборудования в высоких гамма-полях;
- отработка и внедрение технологии получения малопылящейся двуокиси плутония;
- внедрение заводских разработок по компоновке прокалочного узла и реконструкции аффинажного отделения.

Улучшились санитарно-гигиенические условия работников завода.

Был построен хороший двухзонный санпропускник с душевыми. Значительно улучшен дозиметрический контроль на входе и выходе из санпропускника [40].

Комплекс технических усовершенствований позволил через два года повысить производительность завода в 1,5-1,7 раза. Технология стала работать устойчиво, ритмично [46].

Однако, качество конечных продуктов улучшилось незначительно. Качество плутония улучшилось только за счет введения дополнительного передела — осаждения осадков оксалата плутония. В ацетатной технологии коэффициенты очистки урана и плутония от продуктов деления остались прежними. Требования же к качеству выпускаемой продукции повышались с каждым годом. С точки зрения повышенной радиозэкологической безопасности необходимо было также резко снижать содержание плутония в отходах.

Осадительная технология не могла уже с этим справиться.

Глава 5 ВНЕДРЕНИЕ ЭКСТРАКЦИОННО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА РАДИОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ

По осадительной целлюлозатной технологии извлечения плутония из урановых блоков радиохимический завод работал около 30 лет. Технология обеспечивала плановый выпуск продукции, необходимой для создания ядерного оружия.

Поиск новых условий, новых сочетаний реагентов давали возможность осуществлять модернизацию технологии без остановки производства, а именно, повышать производительность завода, увеличивать коэффициенты очистки урана и плутония, их извлечение до определенного предела [17].

В начале шестидесятых годов резко повысились требования к качеству выдаваемой продукции, а ацетатная технология уже исчерпала все свои возможности.

Стала очевидной необходимость замены периодического осадительного процесса переработки облученного урана на более прогрессивные процессы: экстракционный или сорбционный.

Эта необходимость обуславливалась несколькими причинами, среди которых основными были:

резкое снижение количества радиоактивных отходов, повышение безопасности производства, достижение более высоких технологических показателей по очистке целевых продуктов от радионуклидов, повышение извлечения плутония и урана.

Важным являлось также использование менее громоздкого оборудования, которое легче можно отмывать и герметизировать, что в значительной степени уменьшило бы контакт людей с радиоактивными растворами.

Экстракционная и сорбционная технологии могли бы удовлетворить всем вышеперечисленным требованиям.

Вопрос о реконструкции радиохимического производства с переводом его на более современную экстракционную или сорбционную технологии был поставлен Министерством в 1967 году.

К этому времени в Радиовом институте, во ВНИИНМ, во ВНИИХТ,

на комбинате "Маяк" в ходе лабораторных исследований и на опытно-производственных установках уже был накоплен достаточный объем знаний и опыта, необходимый для выдачи данных на проектирование экстракционных и сорбционных производств.

Важное значение имела и зарубежная информация об использовании сорбционных процессов на радиохимических производствах и информация о Пурекс-процессе, основанном на применении в качестве экстрагента трибутилфосфата (ТБФ) в смеси с разбавителями.

5.1 РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АЦЕТАТНО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Первые лабораторные опыты по сорбции плутония из производственных растворов на ионообменных смолах были проведены в 1952 году в технологической лаборатории ЦЗЛ (начальник В.И.Землянухин) в группе Г.В.Халтурина.

Проведенные исследования показали, что из азотно-кислых производственных растворов трех- и четырехвалентный плутоний хорошо сорбируется на катионите КУ-2 и вполне удовлетворительно десорбируется со смолы азотной кислотой.

Плутоний в анионной форме хорошо сорбируется на анионите АВ-17 и хорошо десорбируется со смолы 0,5 М азотной кислотой [48,49].

Полученные результаты Герман Варфоломеевич Халтурин доложил научному руководителю завода Борису Петровичу Никольскому. Данные по сорбции плутония на ионнообменных смолах его очень заинтересовали. Он дал им высокую оценку, рекомендовал продолжать исследования в этом направлении [48], предложил Халтуруину поступить в аспирантуру.

Борис Петрович был крупным ученым в области физической химии. Основные его научные работы в Ленинградском университете были связаны с исследованием процессов обмена ионов между водными растворами и твердыми системами.

В 1937 году он выдвинул ионообменную теорию стеклянного электрода.

Полученные результаты по изучению сорбции различных форм плутония на ионообменных смолах позволили Б.П.Никольскому широко начать исследования по разработке сорбционных технологий из различных производственных растворов.

Из Радиевого института на комбинат приехала большая группа инженеров-исследователей: А.М.Трофимов, Е.И.Ильенко, Л.Н.Степанова, Н.Б.Высокоостровская, Н.А.Абрамова, Е.Л.Мордберг, В.П.Попик и др.

Из НИИ-10 сорбционными процессами начали заниматься член-корреспондент АН СССР Борис Николаевич Ласкорин, инженеры А.С.Кулаков, И.А.Гаврилова, В.И.Денисов и др.

Все больше и больше работников хроматографической группы ЦЗЛ переключались на работу с трансураниевыми элементами.

Под руководством Б.Н.Ласкорина Г.М.Кутузов и А.И.Кулаков проводили работу по извлечению урана и плутония из первого ацетатного декантата на карбоксильных смолах ДК-3 и СГ-1.

Б.П.Никольский поставил более сложную задачу — выяснить возможность извлечения плутония из азотно-кислого раствора после растворения блоков. Ответственным исполнителем был сотрудник РИАН Е.Л.Мордберг [50]. Работа не была внедрена, т.к. для сорбции плутония на смоле необходимо было проводить большое разбавление раствора для уменьшения в нем концентрации урана.

Работники ЦЗЛ проводили работы по извлечению плутония из ацетатного раствора после восстановительного осаждения.

В лаборатории ими был получен большой экспериментальный материал по сорбции плутония из ацетатного декантата на смоле АМ-1.

В 1957 году Б.П.Никольский, зам.главного инженера по производству Юрий Николаевич Макаров и Г.В.Халтурин составили техническое задание на проектирование автоматизированной сорбционной установки [51]. Проект выполняла Лидия Петровна Сладкова, работник проектного отдела комбината. Установка была смонтирована в узле выдачи плутония в отделении 8 завода "Б". Она состояла из четырех колонок, высота каждой колонки равнялась двум метрам, диаметр — 15 см.

Колонки были установлены за специально построенной бетонной стеной и соединены между собой так, чтобы раствор мог проходить последовательно через все четыре колонки.

Плутоний на смоле АМ-1 сорбировался в виде отрицательно заряженного ацетатного комплекта.

Все переключения растворов в колонках производились дистанционно — путем открытия и закрытия вентилей при помощи штанг. На установке от ЦЗЛ работали Г.Халтурин, Г.Буров и работники завода "Б". При работе на установке произошло ЧП. На одной из колонн штанга отсоединилась от вентиля и его нельзя было ни закрыть, ни открыть. Через колонки прошел большой объем раствора, в результате чего на смоле накопилось много радионуклидов. Гамма-поле около колонок было настолько большим, что прибором "Карагач" невозможно было определить его активность (> 10000 мкР/сек).

Возникла проблема, как устранить неисправность, а устранять ее необходимо было во что бы то ни стало, нельзя же было разбирать установку, смола в которой была насыщена радиоактивными веществами. Да и опытные операции необходимо было довести до конца, чтобы иметь заключение о целесообразности внедрения сорбционной технологии извлечения плутония из ацетатного плутониевого декантата. Для устранения неисправности был один выход — лезть за бетонную стену. Юрий Николаевич Макаров предложил всем, работающим на установке, войти по одному разу за бетонную стену так, чтобы каждый в активной зоне был не более 3 минут. Надо было выбить сломанную шпонку, установить на место штангу и вставить новую шпонку. Привожу выдержку из воспоминания Г.В.Халтурина.

"До сих пор помню впечатление, которое осталось от выполнения этой работы. Чтобы дотянуться до места неисправности, нужно было обхватить руками колонну. Голова при этом оказывалась между двумя колоннами. И вот в этом положении я отчетливо почувствовал, что такое радиация. Мозг так сильно сдавило, как будто голову сжимали обручем. Вылез я из установки совершенно мокрым, как будто купался в озере.

Идя за бетонную стену, мы дозиметрические кассеты с собой не

брали, поэтому трудно сейчас сказать, сколько десятков рентген мы тогда получили.

Общими усилиями неисправность была ликвидирована и опытные операции были доведены до конца" [48].

К сожалению, сорбционная технология извлечения плутония из ацетатного раствора не нашла практического применения: ацетатный раствор плутония оказался неоптимальным для извлечения из него плутония, а смола АМ-1 — неустойчивой к радиации. Необходимо было работать по подбору новых анионнообменных смол и изучать сорбцию плутония из других производственных растворов.

В 1959 году был подготовлен к пуску завод ДБ — дублер завода "Б". В отличие от первого радиохимического завода на дублере был запроектирован узел оксалатного осаждения плутония и получение диоксида. Очень важно было получать раствор, направляемый на оксалатное осаждение, с минимальным количеством продуктов деления, особенно редкоземельных радионуклидов.

В 1958 году исследователи Радиевого института, ЦЗЛ и работники завода ДБ активно работали над созданием сорбционной технологии извлечения и очистки плутония от ПД из азотно-кислого раствора, полученного после щелочного концентрирования плутония (IV) из ацетатного декантата.

Азотно-кислый раствор имел активность ~ 3-5 гэквRa/л, поэтому работа проводилась в горячей камере ЛК-15 в аналитической лаборатории завода ДБ.

Визуально исследователи за процессом наблюдали через иллюминатор, защищенный свинцовым стеклом. В работе использовали манипуляторы.

Сорбцию проводили из 7М азотно-кислого раствора. Четырехвалентный плутоний по мере пропускания раствора через смолу АМ-10 сорбировался на ней в виде отрицательно заряженного комплекса $[\text{Pu}(\text{NO}_3)_6]^{2-}$, уран, все стабильные и радиоактивные примеси уходили в фильтрат. Визуально было видно, как анионит АМ-10, насыщаясь плутонием, становился темно-зеленым. После промывки смолы 7М HNO_3 проводилась десорбция плутония 0,5М азотной кислотой.

В этой работе участвовали: от завода В.П.Балановский,

Г.Д.Торопов, Г.Н.Чемарин, А.И.Иванов и др., от ЦЗЛ - Г.В.Халтурин, В.М.Чирков, Т.Ф.Хромова, В.В.Каминская, Н.М.Кузнецова и др., от Радиевого института — Е.П.Мордберг, В.П.Попик и др.

Результаты на укрупненной лабораторной установке были вполне удовлетворительными: в фильтрате плутония содержалось 1 мг/л. В десорбате плутония практически не было урана, продуктов деления и стабильных примесей. Прямой выход плутония был равен 98 %[52].

Итак, проведенные опыты показали, что сорбция четырехвалентного плутония в виде отрицательно заряженного комплекса на анионнообменной смоле принципиально возможна, но используемые смолы в производственных растворах неустойчивы.

В 1957-1959 гг сотрудники РИАН под руководством Б.П.Никольского и В.И.Парамоновой изучали возможность применения отечественных сильноосновных анионитов на основе стиролдивинил-бензола, а Ю.А.Копалкин активно участвовал в синтезе более прочных винилпиридиновых анионитов, который проводился в НИИПМ.

Очень большую и результативную работу по созданию прочных к радиации винилпиридиновых смол проводил Борис Николаевич Ласкорин. Для этой цели ВНИИХТ была смонтирована специальная установка.

Испытания, проведенные на установке СМ-35 и в "горячих" камерах завода на более устойчивых к радиации смолах, показали, что двух последовательных сорбционных очисток и одного оксал-атного осаждения достаточно для получения товарной двуокиси плутония высокого качества и что винилпиридиновые аниониты могут работать достаточно длительное время без изменения своих свойств [53].

В 1963 году было решено использовать сорбционный аффинаж на производстве.

Оборудование ацетатной технологии было демонтировано. Выполнение плана завода должна была обеспечивать новая сорбционная технология.

Однако, в период пуска появилось много трудностей, связанных с переходом от лабораторных опытов к крупномасштабному производству.

Был момент, когда производственники думали, не вернуться ли снова к ацетатной технологии.

Г.В.Халтурин и В.А.Боровинский вспоминают, что в процессе освоения сорбционной технологии на производстве столкнулись с трудностями на стадии стабилизации плутония в четырехвалентном состоянии. Произошло разложение смолы в концентрированной азотной кислоте, были затруднения в создании колонки в ядернобезопасном исполнении[48].

Исследователи и производственный персонал были обеспокоены, когда при промышленном освоении технологии произошло интенсивное разложение смолы. Взрыв произошел на опытно-производственной установке при проведении ее обкатки. Обкатку проводили с целью выяснения наличия свищей в оборудовании, а также для обучения обслуживающего персонала.

Технологи провели промывку смолы АМ-10 7,5 моль/л азотной кислотой и оставили колонку, заполненную концентрированной кислотой на ночь, при этом все сдувки колонки оставили закрытыми. Во времени анионит АМ-10 начал разрушаться. В колонке стали накапливаться газообразные продукты разрушения смолы. Увеличение давления привело к тому, что крепежные болты крышки колонки не выдержали и крышку сорвало. Силой взрыва был также сброшен металлический лист, закрывающий люк каньона над колонкой. Утром, придя на установку, работники увидели вокруг разбросанные куски спекшейся смолы, в воздухе чувствовался запах продуктов нитрования смолы.

Пришлось колонку восстанавливать, подробно выяснять причину взрыва. Впоследствии были определены безопасные условия работы: температура процесса 60 °С, кислотность раствора не более 7,5 моль/л HNO_3 при открытых сдувках. Недостаточно устойчивая смола АМ-10 была заменена на смолу АМ-25А, а затем на АВ-1АП.

Несмотря на возникшие трудности, ученые и производственники совместно упорно, инициативно работали по их устранению.

В 1964 году сорбционный аффинаж был внедрен на заводе. Руководила процессом внедрения доктор химических наук Валентина Ивановна Парамонова. Валентина Ивановна поражала

всех своей работоспособностью, энергией, была внимательна к исполнителям работы.

Большую помощь при внедрении сорбционного аффинажа оказывали директор завода Михаил Васильевич Гладышев, начальник цеха Владимир Михайлович Константинов, старший технолог цеха Владислав Михайлович Шидловский, научный руководитель завода Герман Дмитриевич Торопов и начальник установки Труханов Николай Михайлович.

В результате внедрения сорбционного аффинажа громоздкая цельноацетатная схема стала более компактной, количество операций значительно сократилось, уменьшился объем сбросных растворов.

Внедрение сорбционного аффинажа на заводе привело к дальнейшему повышению производительности завода, к повышению качества выпускаемой продукции и снижению содержания плутония в отходах.

По этим показателям осадительно-сорбционная технология в значительной степени стала удовлетворять требованиям, предъявленным к радиохимическому производству.

5.2 РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭКСТРАКЦИОННО-СОРЕБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

С самого начала работ по выделению плутония из облученного урана наряду с вариантами осадительных схем исследовалась возможность извлечения урана и плутония из азотно-кислых растворов с помощью жидких органических экстрагентов.

Первоначально в качестве экстрагента использовался диэтиловый эфир. Первые импульсные количества плутония, полученные на циклотроне РИАН, были выделены экстракционным методом. Научными руководителями этой работы были Борис Александрович Никитин и Виктор Михайлович Вдовенко.

Весной 1949 года на заводе "Б"(25) была пущена первая экстракционная установка. В качестве экстрагента также использовался диэтиловый эфир. Экстракционная установка дала возможность в

первый период работы завода использовать экстракцию как запасной вариант в линии аффинажа плутония вместо фторидного процесса, когда фторидное отделение давало очередной сбой в работе.

Активное участие в разработке экстракционного процесса принимали Михаил Федорович Пушленков (сотрудник РИАН), аспирант Б.А.Никитина, Виктор Иванович Землянухин, инженер-исследователь ЦЗЛ Маргарита Ивановна Белозерова (Чумакова).

Временное промышленное применение эфирной технологии осуществлялось в простейших аппаратах колоночного типа, которые обеспечивали лишь полудинамический режим.

Когда эфирное отделение вступило в строй, завод "Б"(25) стал выдавать металлургическому плутониевому заводу "В" продукцию очень высокого качества с выходом плутония, превышающим проектный.

Однако несколько взрывов и возгораний диэтилового эфира привели к необходимости отказаться от использования далее этой технологии.

Исследования по разработке экстракционных технологий не прекратились. Ученые продолжали искать новые экстрагенты и разбавители.

В 1958 году на 2 Международной конференции по использованию атомной энергии в г. Женева сотрудники Радиевого института предложили экстракционный метод переработки облученного урана, разработанный в лабораторных условиях.

В качестве экстрагента была предложена взрывобезопасная смесь: 85 объемных процентов дибутилового эфира и 15 объемных процентов четыреххлористого углерода [55,56], но эта технология также не была реализована в промышленности из-за низкой экстракционной способности диэтилового эфира и коррозионной активности хлорсодержащего разбавителя.

В 1955 году в ВНИИНМ была создана лаборатория, в которой активно стали заниматься разработкой экстракционных технологий регенерации урана, плутония, нептуния из облученных блоков.

В качестве экстрагентов в лаборатории проверялись фосфорорганические соединения и четвертичные амины. Начальником лаборатории был В.Б.Шевченко.

**ВИКТОР БОРИСОВИЧ ШЕВЧЕНКО -
ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ОСНОВАТЕЛЬ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАДИОХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

После окончания в 1935 году Московского института цветных металлов и золота В.Б.Шевченко в течение трех лет трудился на Карабашском медеплавильном заводе, затем работал главным инженером Норильского медноникелевого завода.

В 1945 году производственная научная судьба В.Б.Шевченко претерпела крутой перелом — он был назначен директором исследовательского института (НИИ-9).

Крупный инженер-технолог, обладающий огромными организаторскими способностями, человек с исключительной интуицией Виктор Борисович быстро освоил новое научное направление - получение плутония из урановых блоков.

В период с 1947-1950 гг руководил проектированием нескольких объектов атомной промышленности.

Под его руководством в институте была создана опытная установка У-5 для проверки на ней ацетатно-фторидной технологии Радиевого института.

Директором НИИ-9 В.Б.Шевченко был до 1952 года.

С 1955 года до последнего дня жизни Шевченко руководил одной из основных технологических лабораторий института. Лаборатория была ориентирована на разработку экстракционных технологий регенерации урана, плутония, нептуния из облученных блоков и ТВЭЛов.

В период 1958-1962 гг под руководством начальника лаборатории НИИ-9 доктора наук Виктора Борисовича Шевченко и кандидата химических наук Владимира Сергеевича Шмидта на комбинате "Маяк" проверялось несколько вариантов экстракционных технологий с использованием аминов на стадии аффинажа плутония на заводе "В" и в отдельных узлах ацетатной технологии.

Было получено высокое качество выдаваемой продукции. Уже после первого цикла экстракции плутоний практически был полностью очищен от радионуклидов. Кроме того технология

давала возможность организовать непрерывный процесс, который значительно проще автоматизировать.

От ЦЗЛ в работе участвовали В.И.Землянухин, А.Ф.Ефимов, Т.М.Юфа.

Однако технология с использованием аминов в качестве экстрагента не была принята на заводах комбината по ряду технических причин: на заводе "Б" при отработке технологии на опытной установке в 1976 году произошел "хлопок", на заводе "В" - СЦР.

В.Б.Шевченко с сотрудниками своей лаборатории и работниками ЦЗЛ продолжали упорно искать новые экстрагенты и разбавители.

Месяцами жил Виктор Борисович в Челябинске-40, активно работал над усовершенствованием экстракционных технологий. Лаборатория В.Б.Шевченко работала не только по замене осадительной ацетатной технологии на экстракционную при выделении "оружейного" плутония, но и по разработке технологии регенерации урана, плутония, нептуния из отработанных энергетических твэлов АЭС и установок военно-морского флота.

На комбинате В.Б.Шевченко пользовался большим авторитетом, многим он нравился за прямолинейный, волевой характер. Он воспитал на комбинате целую плеяду ученых. Под его руководством совершенствовали свои знания работники ЦЗЛ и радиохимического завода: В.И.Землянухин, Б.В.Никипелов, Б.С.Захаркин, В.П.Уфимцев, В.М.Стариков, Т.М.Юфа, А.Ф.Ефимов, П.П.Шевцев, В.А.Боровинский, Г.Г.Солдатов и др.

Ученик В.Б.Шевченко В.В.Ревякин, проработавший с Виктором Борисовичем многие годы, с большим уважением пишет о нем следующее:

"Виктор Борисович — фигура яркая, в чем-то противоречивая, но бесконечно притягательная и интересная как для друзей, так и недругов (хватало тех и других). Виктор Борисович по натуре был человеком "закрытым" и приоткрывался не всегда и не всем. Отсюда бросалось в глаза несоответствие между отношением к нему сотрудников его лаборатории и людей "внешней сферы". Оговорюсь, что во "внешней сфере" было немало людей, уважающих и искренне симпатизирующих В.Б.Шевченко".

Мне и многим сотрудникам нашей лаборатории, работникам ЦЗЛ

завода работать с В.Б.Шевченко было интересно. Его отличало какое-то умение поддерживать в коллективе напряженный темп работы, создавать ощущение важности, нужности дела, которым мы были заняты.

В.Б.Шевченко всегда отличался постоянным стремлением к новому, передовому. С какой последовательностью, масштабностью развивал он работы по экстракции урана, плутония, по созданию центробежных экстракторов, по внедрению электрохимических методов восстановления плутония в технологии. И тот факт, что большинство работ получили выход в промышленность, говорит о правильном выборе направлений.

В Радиевом институте работы по экстракционной технологии переработки облученного урана с использованием ТБФ проводились в лаборатории М.Ф.Пушленкова. В этой лаборатории сложился сильный коллектив исследователей (В.Г.Шумков, В.Г.Воден, Е.В.Комаров, Б.Я.Зильберман, Н.С.Тихонов, Г.П.Никитина и др.).

В 1973-75 гг на заводе 35 была успешно проведена комплексная проверка технологической схемы переработки облученного урана с экстрагентом 30 % (объемных) ТБФ в четыреххлористом углероде на опытно-промышленной установке 35-71.

Идея применения тяжелого негорючего разбавителя для ТБФ получила дальнейшее развитие в ВНИИХТ. Б.Н.Ласкорин предложил в качестве тяжелого разбавителя гексахлорбутадиен (ГХБД).

Первоначально работы по разработке экстракционной технологии для завода ДБ велись отдельно тремя коллективами: ВНИИНМ под руководством В.Б.Шевченко, ВНИИХТ под руководством Б.Н.Ласкорина, в Радиевом институте под руководством М.Ф.Пушленкова.

Все три института вели совместные работы с комбинатом, где руководителями работ были Б.В.Никипелов и М.В.Гладышев.

Все три института и комбинат остановились на экстрагенте ТБФ, а разбавители предлагали разные: М.Ф.Пушленков - четыреххлористый углерод; В.Б.Шевченко - синтин; Б.Н.Ласкорин - гексахлорбутадиен.

Каждый институт стремился внедрить свою схему, "яростно критикуя" схему "противника".

Проанализировав все "за" и "против" каждой схемы, директор завода М.В.Гладышев, он же один из руководителей темы, принял решение использовать в качестве разбавителя гексахлорбутадиен и стал активно проводить в жизнь этот вариант.

Внедрение экстракционной технологии на заводе шло в острой борьбе. Особенно жаркие споры были между М.В.Гладышевым и В.Б.Шевченко.

Разобщенными силами трудно было добиться скорого решения проблемы перевода осадительной технологии на экстракционную или экстракционно-сорбционную.

Научный руководитель завода Герман Дмитриевич Торопов и начальник технологической лаборатории ЦЗЛ Фелицитата Павловна Кондрашова сыграли большую роль в создании единого творческого коллектива. На комбинате была создана инициативная группа: в нее вошли от завода 235 - Г.А.Лелюк, Г.Н.Чемарин; от ЦЗЛ - Ф.П.Кондрашова, В.А.Боровинский, Л.М.Рамазанов, А.П.Суслов; от ИАН - Б.Я.Зильберман; от ВНИИМ - В.В.Ревякин; от ВНИИХТ - В.Г.Фоменков, А.К.Нардова.

Отработка схемы проводилась в "горячих" камерах и на опытно-промышленной установке 35-71.

Доочистку урана от продуктов деления, плутония и непутия проводили сорбционным методом на смоле СФ-5. Азотно-кислый раствор после растворения блоков предварительно очищался от радионобия и радиоциркония на силикагеле.

Силикагелевая очистка раствора проводилась под руководством академика Б.Н.Ласкорина и кандидата наук В.И.Денисова. Активное участие в работе принимали В.А.Боровинский, Г.В.Халтурин.

Разработчиками сорбционной схемы были Евгений Григорьевич Дзекун и Петр Юрьевич Родченко.

Большую помощь химикам в отработке экстракционно-сорбционной технологии оказывали коррозионисты ЦЗЛ Д.Х.Копелиович и В.И.Ивлев. Они нашли безопасный способ ведения процесса, имеющего коррозионно-опасный продукт - гексахлорбутадиен.

В сентябре 1974 года были разработаны экстракционные аппараты смесители-отстойники с пульсационным перемешиванием

в КБ завода 235 под руководством Ильясова Д.Ф. За многочисленные конструкторские разработки Ильясов Дим Фаткулбаянович в 1977 году был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

14 июня 1976 года в цехе 1 завода 235 была внедрена экстракционно-сорбционная технология. Очень важным фактом было то обстоятельство, что реконструкция завода по экстракционной схеме осуществлялась поэтапно без остановки завода. Экстракционно-сорбционная технология использовалась до 1987 года, пока на комбинате не исчезла необходимость в переработке урановых блоков.

Экстракционно-сорбционная технология была доложена на 13 радиохимической конференции Министерства. Там же было отмечено, что на заводе произошел громадный скачок качества.

При значительном повышении производительности завода, повышении извлечения урана и плутония, улучшения качества выпускаемой продукции, уменьшилось количество технологических переделов, влекущих за собой образование большого количества технологических отходов.

Удельный объем среднеактивных отходов, направляемых в озеро Карачай, уменьшился в 5 раз, засоленность их в 6 раз. Это позволило резко сократить сброс радиоактивных отходов в озеро Карачай и поставить вопрос о его частичной засыпке. В результате внедрения экстракционно-сорбционной схемы высвободилось 50 % производственных площадей, что в дальнейшем позволило 4 Главному управлению поставить вопрос о переработке сырья для получения оружейного плутония на двух заводах вместо трех.

Внедрение экстракционно-сорбционной технологии дало еще один положительный эффект — позволило исключить один из наиболее существенных каналов неучтенных потерь плутония — повышенное отложение плутония на поверхности оборудования в виде осадков.

Экстракционные и сорбционные процессы осуществляются в кислой среде, в которой отложение плутония и других ПД идет в основном за счет адсорбции. При этом на поверхности оборудования содержание плутония не превышает 20 мг/м^2 .

В осадительной технологии на стадии второго восстановительного ацетатного осаждения ($\text{pH}=4$), где концентрация плутония достаточно высокая при щелочном концентрировании плутония, на стадии оксалатного осаждения наряду с адсорбцией на поверхности оборудования образуются пристеночные осадки — накипи. Застаревшая накипь с трудом растворяется в концентрированной азотной кислоте с перекисью водорода.

Во времени количество накипи на поверхности оборудования возрастает. Так, на поверхности коммуникаций из отделения щелочного концентрирования плутония, подготовленных к захоронению, был обнаружен осадок, равномерно покрывавший всю поверхность стали тончайшим слоем. Содержание плутония в нем колебалось от 13 г/м^2 до 25 г/м^2 [58].

С явлением повышенного отложения плутония на поверхности оборудования столкнулись и работники зарубежных атомных предприятий. В Хенфорде в 1980 году действовала установка (Z-plant) для выделения плутония из металлического скраба и десорбирующих растворов. На установке было намыто 430 кг плутония (ДОР РИАН N 176). В журнале "Атомная техника за рубежом" в 1971 году была опубликована статья, где показано, что в атомном центре Моле после дополнительной отмывки демонтированного оборудования, в котором шла переработка твэл, неучтенные потери плутония уменьшились с 2,38 % до 1,5 %.

В таблице 5.1 приведено содержание урана и плутония в промывных водах и десорбирующих растворах в период отмывки оборудования перед капремонтом в различных технологических схемах.

Содержание урана и плутония в промывных водах и десорбирующих растворах в период отмывки оборудования перед капитальным ремонтом цеха в различных технологических схемах (осадительной, осадительно-сорбционной и экстракционно-сорбционной).

Таблица 5.1

Место, год проведения отмывки оборудования	Закладка урана на оборудовании		Закладка плутония на оборудовании	
	вид технологии	содержание U, кг	вид технологии	содержание Ри, кг
1964 северная нитка здания ДБ	осадительная-ацетатная	5760	осадительная-ацетатная	28
1966 южная нитка здания ДБ	осадительная-ацетатная	5985	осадительная-ацетатная	24
1970 северная нитка здания ДБ	осадительная-ацетатная	2688	осадительно сорбционная	8,3
1974 южная нитка здания ДБ	осадительная-ацетатная	5070	осадительно сорбционная	11,6
1978 южная нитка здания ДБ	экстракционно-сорбционная	422	экстракционно-сорбционная	5,2
Завод РТ	экстракционная	318	экстракционная	4,9

Выявленные каналы неучтенных потерь плутония описаны в отчетах и докторской диссертации Сохиной Л.П. [56][60][59].

Над разработкой и внедрением экстракционно-сорбционной технологии особенно потрудились М.В.Гладышев, В.Д.Мельников, В.М.Шидловский, В.В.Семелькин, В.М.Третьяков, Г.А.Лелюк, Д.М.Фесик, В.Д.Симаков, А.С.Скобцов, А.Н.Коннов, В. Л. Зайцев, М.Т.Веселов, Н.М.Дорохов, В.А.Лебедев, Е.Н.Бойков, Ю.А.Запоров, А.И.Иванов, Н.П.Глебов, Д.Ф.Ильясов, В.В.Лапенков, Ф.П.Кондрашова, В.А.Боровинский, Л.М.Рамазанов, И.В.Готлиб, Л. Г. Матюхов и др.

ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ БОРОВИНСКИЙ И ГЕННАДИЙ АНДРЕЕВИЧ ЛЕЛЮК за эту работу удостоены звания лауреат Государственной премии.

Глава 6 ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА (ОЯТ) НА ЗАВОДЕ РТ (235)

В 1966 году завод “ДБ” (35) полностью обеспечивал выпуск оружейного плутония. Встал вопрос о судьбе первого радиохимического завода “Б” [57]. Самое простое решение — закрыть завод. А где использовать опытные кадры? Не лучше ли переориентировать завод “Б” на выпуск нового вида продукции — на переработку отработавшего ядерного топлива АЭС и подводных лодок.

Однако в 1966 году Главк рассматривал вопрос о строительстве завода по переработке твэл в Томске. Б.В.Никипелову совместно с И.В.Готлибом удалось убедить участников большого совещания не закрывать завод “Б”, а реконструировать его для переработки ОЯТ, как это ранее предлагали Н.С.Чугреев и В.А.Курносков [37].

Одновременно руководство комбината и завода приняли решение обратиться к министру Е.П.Славскому с предложением о строительстве завода РТ-1 на химкомбинате “Маяк”. Основные доводы были следующие:

- вместо нового строительства использовать здание 101 завода “Б”, проведя его реконструкцию;
- сохранить высококвалифицированные кадры, имеющие большой опыт работы на радиохимическом производстве и опыт работы по экстракционной технологии [57].

Министр поддержал предложение руководства комбината, согласился с убедительными доводами и начальник Главка А.Д.Зверев.

Однако решение министра оспаривали его заместители А.И.Чурин и П.К.Георгиевский, а также главный инженер ВНИПИЭТ А.В.Гололобов, которые утверждали, что завод “Б” реконструировать невозможно из-за его сильной загрязненности радиоактивными продуктами.

Но 26.06.67 вышло постановление Совета Министров СССР о строительстве комплекса РТ-1 на химическом комбинате “Маяк” [57].

При выполнении проекта по созданию завода РТ-1 проектанты встретились с большими трудностями: впервые необходимо было решать вопрос по разделке отработавших твэл, по транспортировке твэл, содержащих два вида делящихся материалов. Не было также отечественного опыта по рубке твэл, фильтрации осадков из высокоактивных растворов в промышленном масштабе.

С серьезными трудностями столкнулись и химики-исследователи при разработке технологии разделения урана, плутония и нептуния.

Глубина выгорания топлива энергетических реакторов на тепловых нейтронах достигает 30000 мВт.сут/т, урана что в десятки раз больше по сравнению со стандартным сырьем, с которым до этого времени приходилось иметь дело заводчанам. В отработавшем топливе АЭС значительно больше имелось продуктов деления, в результате чего в растворах в большей степени должно было происходить много разнообразных радиационно—химических процессов, приводящих к накоплению продуктов разрушения водной и органической фаз, что существенно должно влиять на нормальный ход технологии.

Очень существенным являлось также то, что при переработке твэлов приходится иметь дело с двумя делящимися элементами — с плутонием и обогащенным ураном. Кроме того количество плутония в твэлах АЭС в десятки раз больше, чем в облученных стандартных блоках.

Все это значительно должно было усложнять условия обеспечения ядерной безопасности [45].

Для решения всех вопросов по реконструкции завода "Б" была создана в 1967 году специальная группа реконструкции в составе: И.В.Готлиб — председатель, В.И.Захаров — его заместитель и специалисты — В.А.Бельтюков, А.Б.Ястребов, Ю.А.Теленков, Б.Д.Шишканов, А.В.Холодков, В.К.Балагуров, А.К.Будков, Л.А.Косарев, Б.И.Гусев, О.А.Угольников, В.И.Дорохин, А.А.Амелин, А.С.Чураков, Е.К.Филонов. Научное руководство группой реконструкции осуществлял кандидат технических наук Б.В.Никипелов — заместитель главного инженера по научно-техническому

прогрессу. Всеми работами по реконструкции руководил главный инженер Владимир Павлович Павлов.

Борис Васильевич Никипелов после окончания Уральского политехнического института начал свою трудовую деятельность в 1955 году в должности технолога смены. Некоторое время работал по осадительной ацетатной технологии. Когда же на заводе стали проводить работы по экстракционной технологии, он увлеченно, с большим интересом стал заниматься экстракцией.

Молодой инженер Б.В.Никипелов сразу обратил на себя внимание руководства завода, рядовых работников. Он вносил в работу дух товарищества, проявлял незаурядные организаторские способности. Борис Васильевич всегда был в движении. Он довольно быстро стал подниматься по служебной лестнице. Был назначен заместителем главного инженера завода, затем заместителем главного инженера комбината, а вскоре стал главным инженером комбината.

Ценными качествами Б.В.Никипелова было то, что он всегда смотрел в корень проблемы, прекрасно, четко подводил итоги на сложных совещаниях, выделяя главное в рассматриваемой проблеме.

Владимир Павлович Павлов окончил Ленинградский государственный университет. С 1951 года начал свою трудовую деятельность на заводе "Б". Сначала работал в аналитической лаборатории, затем в отделении аффинажной очистки плутония методом экстракции с использованием диэтилового эфира. Несколько лет работал диспетчером завода, начальником смены. В.П.Павлов прекрасно знал химию и технологию завода. Всегда был в курсе новых данных, полученных исследователями отраслевых институтов и ЦЗЛ, но оборудование знал значительно хуже, чем инженеры, окончившие технические ВУЗы. Когда его назначили главным инженером завода, механики выступили с критикой. В.П.Павлов знал об этом, не обижался, а упорно работал по совершенствованию своих знаний по оборудованию и механике.

Владимир Павлович был спокойным, выдержанным человеком, очень внимательно, доброжелательно относился к людям. После объединения заводов "Б" и "ДБ" был назначен главным инженером завода 235.

На площадке здания 101 было смонтировано десять установок для отработки в производственных условиях экстракционного, осадительного, прокалочного, фильтрационного процессов.

Работу на этих установках организовывал заместитель главного инженера по производству Юрий Николаевич Макаров. Организатором он был отличным. Четко контролировал выполнение намеченных программ, следил за своевременным выполнением анализов в лаборатории. Если случались ЧП на установках, срочно принимал меры по их устранению, организовывал работу так, чтобы при ликвидации ЧП работающие получали по возможности меньше доз. Лично сам участвовал в устранении неполадок. Исследователи ЦЗЛ и отраслевых институтов были благодарны ему за оперативную помощь.

Роль головного института в программе создания РТ-1 принадлежала Всесоюзному научно-исследовательскому институту неорганических материалов (ВНИИНМ). Технология разрабатывалась под руководством доктора наук В.Б.Шевченко. Наиболее активное участие в разработке экстракционной технологии принимали В.С.Смелов, А.С.Соловкин, Э.А.Ненарокомов, Г.М.Попова, В.С.Шмидт, И.В.Шилин, А.М.Розен и др.

В основе технологии выделения урана, плутония и нептуния из твэл, их разделении и глубокой очистки от продуктов деления лежал целноэкстракционный процесс с использованием смеси трибутилфосфата (ТБФ) с углеводородным разбавителем-синтином. Экстракционный процесс должен был осуществляться в многоступенчатых смесителях-отстойниках с пульсационным смешиванием фаз.

Оборудование для экстракционной технологии разрабатывал Свердловский НИИХИММАШ. Ведущими специалистами были А.И.Нудель, И.М.Балакин, С.Л.Никулин, К.А.Долгова, Е.И.Рылова, А.Н.Рощин, В.И.Девяткин [59].

В соответствии с проектным заданием сырьем для завода РТ-1 служили отработавшие тепловыделяющие сборки (ТВЭС) АЭС с реакторов ВВЭР-440, РБМК-1000, РБМК-1500, БН-600, БН-350 и твэлы транспортных и исследовательских установок.

Исследовательские работы по экстракционной технологии

наряду с сотрудниками ВНИИНМ и Свердловского НИИХИММАШа активно вели работники ЦЗЛ и завода: Б.С.Захаркин, В.П.Уфимцев, П.П.Шевцев, В.М.Стариков, Г.Г.Солдатов, З.И.Апенова, В.А.Обухова, А.Е.Павлов, Ф.А.Богданов. Научным руководителем на комбинате был Б.В.Никипелов.

Лабораторные исследования на имитационных растворах были закончены в конце 1976 года. Последним этапом была проверка экстракционной технологии в "горячих" камерах филиала института ВНИИНМ в г. Обнинске, куда были привезены облученные твэлы с АЭС. Из ЦЗЛ в Обнинск для проведения завершающих опытов были командированы В.П.Уфимцев, П.П.Шевцев, В.М.Стариков.

Параллельно в цехе 2 Б.С.Захаркин совместно с работниками завода отрабатывал технологию аффинажа плутония на опытно-производственной установке.

Неясными оставались вопросы, связанные с рубкой твэл, растворением нарубленных кусков. Неизвестно было сколько будет выделяться взрывоопасного газа водорода при отрезке холостых концов твэл, будут ли накапливаться взрывоопасные циркониевые опилки в большом количестве при рубке циркониевых оболочек?

На все эти вопросы ответ можно было получить только при пуске отделения рубки и растворения твэл [59].

Строительство комплекса РТ-1 в конце 1976 года подходило к завершению. Было пущено хранилище твэлов, представляющее собой внушительных размеров бассейн, заполненный многометровым слоем очищенной от солей водой (конденсатом). Отрабатывавшие сборки железнодорожным транспортом в специальных вагонах-контейнерах стали поступать на площадку РТ [57].

На заводе уже активно работала пуско-наладочная комиссия. Председателем комиссии был доктор технических наук Николай Самойлович Чугреев.

Николай Самойлович в это время уже серьезно болел, еле ходил, с трудом переставляя ноги, но голова у него работала исключительно ясно. Он четко давал задания для членов комиссии, убедительно отвечал на поставленные вопросы, требовал точного выполнения заданий.

В 1949 году, будучи начальником лантан-фторидного отделения

завода "Б", Н.С.Чугреев пренебрегал техникой безопасности, считая, что радиоактивность на него не действует. Но он ошибся!

Круг обязанностей членов пусковой бригады был весьма широк: наблюдение за монтажом экстракционного оборудования, проверка контрольно-измерительных приборов, проверка качества всех химреагентов, необходимых для производства, утверждение технологических инструкций и регламентов, решение большого числа научных и технических вопросов, возникающих при пуске и в начале эксплуатации завода.

На комиссии разбирались причины образования большого количества "медуз", а также выяснялась причина возникновения "хлопка" в 1976 году на опытной экстракционной установке.

Детально рассматривались вопросы ядерной безопасности, так как при переработке твэл АЭС опасность возникновения ядерной реакции могла появиться уже с момента транспортирования, хранения твэлов и далее при их переработке [45].

6.2 ПУСК ЦЕХА РЕЗКИ И РАСТВОРЕНИЯ ТВЭЛ

В 1977 году был введен в строй уникальный завод РТ-1, единственный в России обеспечивающий переработку отработавшего ядерного топлива АЭС, транспортных и исследовательских реакторов.

29 марта 1977 года в цех 5 поступила первая сборка твэл. Сборку принимали начальник цеха Г.А.Лаптев, зам.начальника цеха А.П.Паздников и старший механик В.И.Орлов [57].

Глеб Алексеевич Лаптев был назначен начальником строящегося цеха 5 завода в 1966 году. Под его руководством отрабатывалось оборудование и технология резки твэлов, а это был самый сложный процесс во всей переработке ОЯТ.

Он активно участвовал в доводке и модернизации оборудования резки на реальном сырье.

Глеб Алексеевич — человек деловой, знающий, спокойный, пользуется большим авторитетом на заводе, лауреат премии Совета Министров.

Чехлы с отработанным топливом из хранилища специальным краном доставлялись в отделение подготовки изделий к резке (ОПИР).

В ОПИРе координатным манипулятором сборка извлекалась из чехла и с помощью другого крана укладывалась на ложе ванны для отрезки концевиков. Отрезка осуществлялась электроискровым методом под слоем воды. После отрезки концевиков активная зона сборки манипулятором помещалась на ложе агрегата резки.

С помощью специального устройства твэлы сплющивались, после чего циркониевые трубы и брикеты диоксида урана рубили на куски заданного размера (начальник отделения — А.Б.Ястребов, заместитель — В.И.Немчиков).

Агрегат резки — сложный, уникальный комплекс, не имеющий аналогов не только в нашей стране, но и за рубежом. При работе на реальном сырье требовалась тщательная его доводка и модернизация.

Агрегат резки был разработан коллективом специального конструкторского бюро гидроимпульсной техники (СКБ ГИТ) и Институтом гидродинамики Сибирского отделения Академии наук [57].

Измельченные куски оболочки вместе с диоксидом урана затем поступали в аппарат-растворитель кольцевого типа с пневматическим удалением нарубленных оболочек. Диоксид урана растворялся в азотной кислоте. Нерастворимые обрезки труб, циркониевая мелочь после тщательной промывки по специальному желобу направлялись в хранилище твердых отходов на долговременное хранение.

Растворение нарубленных кусков твэл проводилось под руководством В.Б.Шевченко. Сотрудник ВНИИНМ Э.А.Ненароков, работники ЦЗЛ В.П.Уфимцев, Б.В.Веселов, А.Н.Филатов и работники завода основное внимание при растворении кусков твэл обращали на интенсификацию процесса, на ядерную безопасность и на снижение выбросов вредных веществ в систему газоочистки.

Растворы ОЯТ представляли собой суспензию. Твердая фаза суспензии состояла из высокодисперсных коллоидных взвесей графита и кремниевой кислоты, которые при контакте с экстрагентом образовывали межфазные пленки, нарушающие нормальную работу экстракторов.

В связи с этим осветление растворов являлось непрямым условием стабильной работы экстракционных переделов на заводе

РТ-1.

Для осветления растворов ОЯТ были использованы патронные фильтры ядернобезопасной геометрии. Цикл работы фильтра включал намывку слоя перлита на патроны, фильтрование раствора, предварительно обработанного флокулянтom.

Фильтры обеспечивали требуемую степень очистки и скорость фильтрования растворов. Разработчиками конструкции фильтра были сотрудники Свердловского НИИХИММАШа: А.М.Нудель, И.М.Балакин, К.А.Долгова, С.А.Никулин, Е.И.Рылова [62,63].

В отработке технологии фильтрования высокоактивных растворов принимали участие работники завода РТ и ЦЗЛ: В.П.Уфимцев, Г.И.Перминов, А.Н.Филатов, Б.В.Веселов, а также К.А.Долгова и Е.И.Рылова — работники НИИХИММАШа. Осветленный раствор затем поступал на экстракцию урана, плутония и нептуния.

6.3 ПУСК ЦЕХА РЕГЕНЕРАЦИИ ПЛУТОНИЯ, НЕПТУНИЯ, УРАНА

В апреле 1977 года раствор из цеха 5 поступил в цех 2.

Принимали раствор начальник цеха Владимир Дмитриевич Мельников, его заместитель Е.И.Шиндин и Е.П.Барышников.

До назначения на должность начальника цеха 2 Владимир Дмитриевич Мельников долгое время работал на заводе ДБ начальником службы КИП. Проявил себя прекрасным организатором. На заводе ДБ под его руководством стали внедрять автоматизацию процесса на отдельных технологических узлах.

Когда В.Д.Мельников стал работать начальником экстракционного цеха 2 его организаторские способности проявились еще в большей степени. Владимир Дмитриевич интересовался всеми тонкостями новой экстракционной технологии. Стремясь совершенствовать производственный процесс, заставлял технологов цеха следить за успехами современной науки и одновременно оценивать возможности производства. Внедрил на заводе электронную вычислительную машину (ЭВМ).

По характеру В.Д.Мельников был непростым: бывал заносчив,

вспыльчив, но это для него было не главным. Главным было то, что производственные вопросы он решал быстро и по-деловому, был справедливым и требовательным начальником. Он создал прекрасный творческий коллектив, на который можно было смело опереться в работе.

Главным технологом цеха 2 был Александр Евгеньевич Павлов — выпускник УПИ. В цех пришел в 1956 году. Молодой инженер небольшого роста, подвижный, как ртуть. Вокруг себя он постоянно объединял людей. Привлекала людей к нему живость ума, остроумие, спортивная жилка.

Все освоение технологического процесса в цехе 2 шло при его непосредственном участии и руководстве. Александр Евгеньевич серьезно следил за проведением исследовательских работ в цехе, сам непосредственно участвовал во внедрении положительных научных результатов.

Старшими инженерами-технологами цеха были В.П.Потапов, В.С.Брошевицкий, Н.И.Малков.

Владимир Петрович Потапов — выпускник УПИ, начал свою деятельность на заводе "Б" по очистке соли уранила от ПД. Владимир Петрович — очень энергичный человек. Все, что надо было для цеха, достанет, сделает. Его в цехе часто называли Остапом Бендером. Человек он покладистый, неконфликтный, по-доброму можно было с ним решать производственные вопросы.

Будучи химиком, он прекрасно освоил механику, знал и чувствовал работу оборудования основной технологии и газоочистки.

Николай Иванович Малков — также воспитанник Уральского политехнического института, начал работать в зд.101 на РТ-1 в отделении выдачи товарных продуктов плутония и нептуния.

Николай Иванович — высококвалифицированный специалист, спокойный, достаточно строгий и требовательный, несколько замкнутый, сосредоточенный, молчаливый, делом занимается на полном серьезе.

Виктор Семенович Брошевицкий вырос в высококвалифицированного специалиста. Закончил он вечернее отделение МИФИ, после окончания института работал в аналитической лаборатории, затем в отделении подготовки химреагентов. На РТ-1 начал работать с начала его пуска: был начальником смены отделения, затем

заместителем начальника цеха и начальником цеха. Человек он ответственный, выдержанный. Интересы цеха для него всегда были превыше всего.

Надежными, знающими технологами были Н.П.Шабуров, Л.А.Каплунов, механик Н.М.Ремизов.

Для отработки экстракционного процесса в производстве в ЦЗЛ была создана комплексная бригада из исследователей. Руководителями бригады были Л.П.Сохина и Б.С.Захаркин. В состав бригады вошли В.П.Уфимцев, П.П.Шевцев, Ю.Ф.Носач, В.М.Стариков, Ф.А.Богданов, А.И.Бобылев, А.А.Калиновский, М.И.Кириллова, Л.В.Гончарук. Инженеры-исследователи ЦЗЛ были распределены по отделениям и вместе с заводчанами участвовали в пуске и отработке технологии завода РТ.

Несмотря на проведение многочисленных и тщательно продуманных исследований сотрудниками ВНИИНМ, работниками завода и ЦЗЛ, экстракционная технология регенерации твэл АЭС на первых порах шла чрезвычайно трудно. Завод работал с перебоями, со значительным количеством брака товарной продукции — плава гексагидрата нитрата уранила, диоксидов плутония и нептуния. Плохо шло разделение урана и плутония, был большой унос органики с водной фазой, образовывалось невероятно большое количество осадков — "медуз" на границе раздела водной и органической фаз. Клейкая масса осадков постепенно "заливала" поверхность аппаратов и коммуникаций. Один раз в месяц завод останавливали, производили зачистку экстракторов от межфазных осадков - "медуз". Это приводило к ухудшению условий труда персонала завода, к снижению извлечения урана, плутония, нептуния.

В 1978 году был проведен тщательный анализ технологического процесса. Оказалось, что трудности были связаны с негативным влиянием на процесс некоторых осколочных элементов в частности палладия и технеция [59].

Зоя Ивановна Апенцова (работник исследовательской группы завода), Виктор Матвеевич Тараканов и Антонина Ивановна Москвина (сотрудник ЦЗЛ) установили, что наличие в органической фазе радиоактивного палладия является одной из основных причин

образования обильного количества "медуз". Наиболее существенным усовершенствованием экстракционной технологии была замена разбавителя синтина на жидкий парафин, предложенный работниками лаборатории В.Б.Шевченко (ВНИИНМ).

Использование жидкого парафина позволило количественно вывести палладий в рафинат и тем самым исключить его отрицательное влияние на резэкстракцию плутония и образование большого количества "медуз". Остановка цеха для зачистки оборудования после этого стала проводиться только перед ремонтом оборудования [59].

Ценные предложения по борьбе с "медузами" выдавал Б.В.Никипелов. Он много работал по выяснению причин образования "медуз" на границе раздела фаз. Им было высказано суждение относительно природы их возникновения. Впоследствии по этой тематике он защитил докторскую диссертацию.

В.А.Боровинский, З.И.Апенлова, Ю.П.Суслов и Л.М.Рамазанов установили также, что серьезные осложнения в технологии разделения урана и плутония вносит радионуклид технеций. Небольшие его количества ускоряют окисление плутония до шестивалентного состояния, в результате чего разделение элементов идет неполно.

Несколько слов о Зое Ивановне Апеновой. Свою трудовую деятельность она начала в аналитической лаборатории в 1952 году. Принимала активное участие в совершенствовании ацетатной технологии, много ее интересных разработок было внедрено при освоении экстракционного процесса.

Выполненные ею работы по изучению химии плутония и нептуния помогли более глубоко разобраться в поведении их в технологическом процессе и принять меры по улучшению технологии. Зоя Ивановна одна из первых чувствовала неполадки в технологии, т.к. была ближе к производству, чем исследователи ЦЗЛ и отраслевых институтов.

Л.П.Сохина, Л.В.Гончарук, В.М.Стариков, Л.М.Рамазанов изучали гидролиз и полимеризацию плутония и нептуния в процессе их резэкстракции в аффинажном отделении, определяли распределение полимерного плутония и нептуния в органической, водной фазах и в межфазной пленке. Нашли оптимальные условия ведения процесса.

Л.В.Гончарук, С.И.Ровный, Ф.А.Богданов, Л.П.Сохина совместно с доктором химических наук А.С.Соловкиным выполняли работы по взаимодействию продуктов разрушения ТБФ с плутонием, нептунием, ураном и влиянию этого процесса на извлечение целевых элементов.

Очень важную работу проводили Б.В.Никипелов, Б.С.Захаркин, А.Е.Павлов, В.П.Уфимцев, Г.М.Медведев по снижению уноса органики с водной фазой [59].

Благодаря активной творческой работе производственного персонала, исследователей отраслевого института и ЦЗЛ цех 2 за короткое время освоил технологию и стал выдавать конечную продукцию высокого качества.

Каждый из трех целевых элементов (уран, плутоний, нептуний) проходил через два цикла экстракции. Общая очистка от продуктов деления составляла $10^7 - 10^9$. Фактор разделения урана от плутония был более $7 \cdot 10^5$ [61].

Уран из конечного резкстракта получали в виде гексагидрата нитрата уранила; плутоний и нептуний через оксалатное осаждение доводились до диоксидов.

Отделение оксалатной очистки плутония, несмотря на небольшой объем перерабатываемых растворов, оказалось очень сложным. К оборудованию аффинажного отделения предъявлялись высокие требования. Это объяснялось тем, что работа с плутонием связана с необходимостью строгого соблюдения жестких условий ядерной безопасности. Кроме того, химическая и радиобиологическая активность плутония налагала высокие требования к соблюдению санитарных норм по содержанию плутония в воздухе рабочей зоны, исключению вероятности попадания его в организм работающего.

В период освоения технологии осаждения оксалата плутония и прокаливания его до диоксида (PuO_2) на химико-металлургическом заводе "В" и на заводе "ДБ" содержание альфа-активности в воздухе рабочей зоны составляло сотни и тысячи доз по НРБ 76/85.

На заводе "Б" и "ДБ" использовались нутч-фильтры, центрифуги, печи прокаливания - все в негерметичном исполнении. Опыт эксплуатации этого оборудования показал его несовершенство.

Работники Свердловского НИИХИММАШа создали новое

высокоэффективное оборудование, удовлетворяющее требованиям производства. Был разработан пульсационный реактор для осаждения оксалата плутония, патронный фильтр "Капелла" для разделения полученной суспензии и печи прокалики повышенной производительности. Новое оборудование отличалось надежностью, ядерной и экологической безопасностью, большим ресурсом безотказной работы.

Эту важную для завода работу выполняли работники Свердловского НИИХИММАШа И.М.Балакин, А.Г.Тюльпа, Б.В.Марков, Р.С.Каримов, Е.И.Рылова, К.А.Долгова и работники завода Н.И.Малков, В.М.Стариков, Е.Г.Дзекун [63].

Наиболее активными участниками пуска экстракционной технологии были: Б.В.Никипелов, В.Д.Мельников, В.И.Основин, Б.С.Захаркин, Е.И.Шиндин, Г.В.Митрофанов, В.П.Павлов, А.Е.Павлов, В.П.Потапов, В.С.Брошевицкий, Н.И.Малков, Е.Г.Дзекун, Н.П.Шабуров, Л.А.Каплунов, В.И.Женин, Р.М.Ремизов, С.А.Гордеев, В.П.Уфимцев, В.М.Стариков, В.А.Обухова, З.И.Апенова и др.

О Валентине Арсеньевне Обуховой, кураторе завода РТ, хочу написать особо.

Валентина Арсеньевна - это женщина, привлекающая окружающих фонтаном энергии, доброжелательностью, феноменальной работоспособностью. Ее целеустремленность и большая наблюдательность позволяла ей постигать тонкости технологии, быстро ориентироваться в обстановке, хорошо знать людей, с кем она работала, знать кто есть кто.

В.А.Обухова обладала колоссальной выдержкой, рациональным и острым мышлением.

Зная прекрасно технологию и оборудование, она охотно делилась своими знаниями с людьми: исследователи консультировались у нее по вопросам производства, производственникам она подсказывала, где можно узнать новое о тех.процессе.

К Валентине Арсеньевне очень легко было обратиться за помощью. Она для всех была доступна и могла просто и доходчиво объяснить сложный технологический процесс.

Б.В.Никипелов считал В.А.Обухову своим первым учителем, М.В.Гладышев неоднократно обращался к ней за разъяснением

отдельных особенностей новой технологии.

За внешней мягкостью и обаянием у Валентины Арсеньевны была внутренняя уверенность знающего специалиста, и это ей помогало в работе.

Очень ценным качеством ее характера были прямота, бескомпромиссность, неукоснительная требовательность соблюдения регламента и технологических инструкций.

Несколько подробнее хочется написать о техническом отделе завода и его руководителе.

Техотдел радиохимического завода был связующим звеном между производственным персоналом, проектантами, конструкторами и научными работниками ЦЗЛ и отраслевых институтов.

Здесь отрабатывались вопросы по различным направлениям: по основной технологии, газоочистке, по отверждению и захоронению радиоактивных отходов, аналитическому контролю и т.д.

Руководителем технического отдела долгие годы являлся Александр Иванович Иванов.

Александр Иванович начал свой трудовой путь в 1951 году на заводе 25, затем в ЦЗЛ, в группе Торопова по совершенствованию ацетатной технологии. Вскоре он перешел на завод "Б" на должность руководителя исследовательской группы. Группа в основном работала на опытно-производственных установках по отработке новых вариантов технологии. Александр Иванович активно участвовал в разработке экстракционно-сорбционной технологии.

Несколько лет А.И.Иванов был секретарем партийной организации завода — прошел серьезную школу работы с людьми.

Начальник техотдела всегда был в курсе всех изменений технологии на заводе. Александр Иванович — человек простой, доступный для каждого работника завода и ЦЗЛ, и люди идут к нему за советом и помощью.

В техотделе работали сильные инженеры - Леонард Андреевич Луханов, Валентина Арсеньевна Обухова, Генрих Георгиевич Солдатов и другие. Все они имели большой опыт работы в цехах завода и были большими профессионалами. Иванов сам подбирал себе работников в отдел и воспитывал свою школу.

Большой заслугой А.И.Иванова является резкое усиление

работы на заводе по взрыво- и пожаробезопасности и ядерной безопасности. Во всех регламентах был введен раздел "Вопросы взрывобезопасности", где была дана теоретическая часть, меры предупреждения аварийной ситуации. Вместе с экспертами по безопасности ЦЗЛ Ж.И.Норенко и Ф.А.Богдановым работники техотдела вели строгий контроль в отделениях и цехах завода за выполнением регламента. Я часто вместе с Ивановым присутствовала на научно-технических конференциях, научных семинарах, на совещаниях у директора и главного инженера завода. Александр Иванович всегда выступал немногословно, но обоснованно и очень убедительно.

Авторитет Александра Ивановича на заводе, в ЦЗЛ и в управлении комбината был непререкаемый.

А.И.Иванов удостоен премии Совета Министров СССР, имеет звание «Заслуженный химик Российской Федерации».

За прошедшие годы комплекс РТ-1 прошел путь от первых пробных переработок отдельных видов ядерного топлива до мощного стабильно работающего производства с широкой номенклатурой перерабатываемого ОЯТ. Первая очередь завода РТ-1 была рассчитана на переработку топлива АЭС с реакторов ВВЭР-440 с мощностью 2 млн. кВт (электрических в сутки или 60-70 т/год по урану)[61].

Сегодня завод РТ-1 осуществляет переработку ОЯТ:

- энергетических реакторов (ВВЭР-440, БН-600, БН-350);
- транспортных ядерных силовых установок;
- исследовательских и промышленных реакторов.

Современный комплекс РТ-1 имеет три независимые технологические цепочки, способные осуществлять переработку нескольких видов ОЯТ одновременно с общей производительностью до 400 т урана/год по энергетическому топливу [65].

Итак, в далекие шестидесятые годы группа энтузиастов-химиков взялась за нелегкое дело — за освоение экстракционной технологии.

Они не предполагали всей огромной значимости и начинания для жизни завода, комбината и города.

Сейчас очевидно, что создание РТ-1 — это значительное событие во всей атомной проблеме.

Над созданием РТ-1 трудились многие ученые, проектанты, конструкторы, работники завода, ЦЗЛ, отраслевых институтов.

Многих из них уже нет в живых. Ушли из жизни доктор наук В.Б.Шевченко, доктор наук Н.С.Чугреев, директор завода Г.В.Митрофанов, главный инженер завода В.П.Павлов, начальник цеха В.Д.Мельников, главный технолог цеха 2 А.Е.Павлов, работник технического отдела Л.А.Люханов.

Огромной заслугой ветеранов, пускавших радиохимический завод, является то, что они создали прекрасные традиции на заводе: постоянное совершенствование технологии с целью повышения безопасности производства, качества выпускаемой продукции, а главное — это отношение всех работающих к внедрению чего-то нового, лучшего. Чем труднее шло внедрение нового, тем настойчивей становился коллектив.

На протяжении всего периода реконструкции завода, освоения технологии, повышения мощности завода большую помощь заводу оказывало руководство комбината — директор Б.В.Брохович, а затем В.И.Фетисов, главные инженеры Б.В.Никипелов, А.П.Суслов.

Сегодня завод РТ-1 является объектом пристального внимания со стороны атомных держав ближнего и дальнего зарубежья.

Из России, Украины, Венгрии, Финляндии отработавшее топливо с АЭС перерабатывалось на заводе 235. Прибыль от регенерации этого топлива позволяет заводу не только сохранять рентабельность своего производства, но и держать на плаву другие менее прибыльные на сегодня подразделения ПО "Маяк", улучшать экологию Уральского региона, совершенствовать технологию остекловывания высокоактивных отходов.

Ввоз и переработка ОЯТ с зарубежных АЭС в значительной степени повысили бы рентабельность завода, но пока этого нет.

Главными руководителями завода РТ являются Владимир Кузьмич Сажнов и Евгений Григорьевич Дзекун.

ВЛАДИМИР КУЗЬМИЧ САЖНОВ — ДИРЕКТОР ЗАВОДА РТ

Владимир Кузьмич директором завода РТ стал в 1987 году, продолжил славные традиции, начатые его предшественником М.В.Гладышевым.

В.К.Сажнов прошел всю служебную лестницу на радиохимическом заводе ступеньку за ступенькой. И на каждой ступеньке оставлял своей деятельностью заметный след. Этому способствовали его профессиональные знания, умение организовать коллектив на выполнение поставленной задачи, добрые отношения с персоналом.

В.К.Сажнов свою трудовую деятельность начал на атомном предприятии “Маяк” в 1958 году после окончания Уральского политехнического института.

Первый период работы был связан с пуском и освоением крупномасштабного производства по выделению плутония из облученных урановых блоков по ацетатной технологии. Сначала работал начальником смены отделения. Позднее был назначен начальником смены цеха, включающего технологию от растворения урановых блоков до получения товарного продукта — диоксида плутония.

1959-1960 гг были трудными годами для В.К.Сажнова, но интересными: осваивалось принципиально новое, более сложное оборудование, новая сорбционная технология. Начальнику смены цеха приходилось нести ответственность за решение разнообразных вопросов — от почасового графика выполнения плана до воспитательной работы в коллективе.

В первые годы трудовой деятельности В.К.Сажнов показал свою огромную работоспособность, стремление к постоянному совершенствованию технологии, а также умению работать с людьми.

Позднее в должности технолога цеха В.К.Сажнов активно участвовал в пуске и освоении принципиально нового процесса — экстракционной технологии переработки урановых блоков для выделения оружейного плутония.

В этот период освоения нового производства ему много приходилось сотрудничать с представителями ЦЗЛ, ОКБ, с

представителями научно-исследовательских и проектных институтов отрасли. При непосредственном участии В.К.Сажнова решались и решаются многие вопросы по совершенствованию технологического процесса и оборудования, улучшению качества готовой продукции.

Дальнейшая трудовая деятельность Владимира Кузьмича была связана с комплексом РТ, предназначенным для переработки отработавшего атомного топлива.

Вначале он работал на должности заместителя начальника цеха 5 (хранение, рубка, растворение нарубленных твэлов), позднее — начальником экстракционного цеха 2.

Таким образом, В.К.Сажнов знает весь цикл работы радиохимического завода.

Все сотрудники, кому приходилось работать с В.К.Сажновым, отмечают его простоту в общении с людьми, доброжелательность, справедливость, принципиальность и умение организовать работу коллектива, что очень важно для директора.

Директор полностью отвечает за всю деятельность завода РТ, то есть, за выбор направления развития технологии, за ее безопасность, за социальную сферу, за связь и кооперирование с зарубежными атомными странами, за рентабельность производства, улучшение экологической среды.

Почетно и очень ответственно быть директором единственного в России завода по переработке отработавшего атомного топлива.

С поставленной задачей коллектив завода, возглавляемый Владимиром Кузьмичем, справляется успешно!

ЕВГЕНИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ ДЗЕКУН — ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ЗАВОДА РТ

Евгений Григорьевич — кандидат технических наук, человек решительный с большой перспективой. Он начал свою трудовую деятельность на заводе “ДБ”(35) в 1960 году в должности и.о.начальника смены отделения. За время работы на заводе внес ряд ценных предложений по улучшению ацетатной технологии, активно работал по разработке сорбционной технологии в линии плутония.

Для повышения теоретического уровня поступил в аспирантуру, перешел в ЦЗЛ. В ЦЗЛ работал руководителем сорбционной группы, затем заместителем начальника технологической лаборатории. Умел находить контакты с работниками химико-металлургического и радиохимического заводов, что обеспечивало успех внедрения новых разработок.

После защиты диссертации вернулся на завод. Работал в должности зам.главного инженера по ядерной безопасности.

Под его руководством на заводе проведена замена значительного количества ядерно-опасного оборудования на ядерно-безопасное, что являлось главной гарантией безаварийной работы.

В настоящее время Евгений Григорьевич — директор по производству ПО “Маяк”.

Смелость, широта знаний, современный взгляд на жизнь и работу являются катализатором оживления технологической работы на заводе.

В 1998 году Е.Г.Дзекуну присвоено звание «Заслуженный химик РСФСР».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главным событием в мире в сороковые годы было создание атомной бомбы в США, а затем в СССР с интервалом в четыре года.

Как могло случиться, что наша страна в тяжелейшие военные и послевоенные годы могла "догнать" Америку?

Что же способствовало удаче в ядерном прорыве?

Здесь много факторов: высокий уровень исследований в области физики, героический труд ученых в других направлениях, самоотверженный труд сотен тысяч строителей, монтажников, рабочих, инженеров, конструкторов, военных и узников сталинских лагерей.

В ряде этих факторов определенное место занимала и советская разведка.

Но самое главное в быстром решении проблемы была эффективно действующая система организации.

В создании атомной бомбы химики взяли на себя самую трудную, самую неблагодарную и опасную работу. Роль химиков в создании атомной бомбы неоспоримо велика так же, как физиков и металлургов, о которых много написано книг и статей.

5 декабря 1945 года постановлением специального комитета Радиевому институту было поручено разработать химико-технологическую схему выделения плутония из облученных урановых блоков.

26 февраля 1949 года радиохимический завод 25 (Б) выдал первую партию плутония, очищенного от основной массы урана и продуктов деления на металлургический завод. Три с половиной года потребовалось, чтобы в лабораторных условиях была создана технологическая схема выделения плутония из блоков урана, разработан проект, построен радиохимический завод и освоена осадительная ацетатно-фторидная технология в промышленном масштабе.

Наиболее поражающим моментом в этой поистине героической эпопее является непосредственный переход от лабораторных

исследований к широкомасштабному производству.

Основной объем лабораторных работ в Радиевом институте был выполнен на уране, облученном на циклотроне, как единственном источнике получения плутония. Этот уран сильно отличался от урана, облученного в промышленном реакторе, и по содержанию плутония, и по содержанию продуктов деления [9].

Даже на укрупненной установке 5, где проверялась ацетатно-фторидная технология, были получены лишь миллиграммовые количества плутония, и условия облучения урана на реакторе Ф-1 также далеко не соответствовали условиям промышленного реактора.

В книге американского ученого Г.Д.Смита [2] есть такое признание о практически близкой нашей ситуации, которая, по-видимому, имела место в США. "В нормальное мирное время ни один ученый или инженер, находящийся в здравом рассудке, не принял бы столь резкого увеличения масштабов без предварительных проверок лабораторных данных на ряде опытных установок, на реальных производственных растворах.

Только необходимость получить в кратчайшие сроки чрезвычайно важные результаты могла служить оправданием этому".

Действительно, только понимание чрезвычайной ситуации в нашей стране и чрезвычайной важности ожидаемых результатов заставило принять руководством главка и комбината необычно смелое и ответственное решение.

В работе радиохимического завода по получению оружейного плутония можно выделить четыре этапа.

Первый этап работы завода был наиболее трудным. На этом этапе были выявлены все сложности ведения технологии, обнаружены многие недостатки проекта.

Трудно было предположить такое большое число непредвиденных аварийных ситуаций уже в первые месяцы работы. На действующем оборудовании приходилось проводить врезки в аппараты новых коммуникаций, вводить новые технологические операции, не предусмотренные проектом. Все это резко усложнило условия работы эксплуатационного персонала, привело к переоблучению многих работников и выводу их с производства в "чистые" условия (см. гл. 3,4).

Все последующие этапы развития радиохимического завода были направлены на создание нормальных условий труда работающего персонала, улучшение экологии Уральского региона, создание устойчивой технологии.

В 1959 году вступил в строй дублер завода Б. По сравнению с заводом Б новый завод имел явные преимущества. Была предусмотрена трехзональная планировка размещения технологического оборудования. Надежная изоляция каждой зоны не допускала разноса радиоактивных материалов по заводу.

Реконструкция аффинажного оксалатного отделения, получение малопылящего диоксида плутония резко снизило загрязненность воздушной среды в отделении. Все вышеперечисленное привело к улучшению условий труда работающего персонала.

С 1960 года врачи уже не диагностировали у работников завода хронической лучевой болезни. Это было большим достижением.

В 1964 году на заводе ДБ была внедрена ацетатно-сорбционная технология — третий этап работы радиохимического завода.

В начале 60-х годов резко повысились требования к качеству очистки плутония и с точки зрения радиозэкологической безопасности был поставлен вопрос о дальнейшем снижении содержания в отходах плутония как наиболее опасного радионуклида.

Двух последовательных сорбционных очисток на сильно-основных винилпиридиновых смолах и одного оксалатного осаждения плутония было достаточно для получения диоксида плутония требуемого качества. Содержание плутония в сбросном фильтрате не превышало 1 мг/л. Фильтрат этот использовался в голове процесса, а не сбрасывался в открытые водоемы.

В 1976 году на заводе была внедрена экстракционно-сорбционная технология. Этот год является годом революционного обновления основной технологии.

Ацетатно-сорбционная технология значительно улучшила показатели завода, но объем сбросных сильнозасоленных жидких отходов оставался очень большим, так как основное количество отходов образовывалось в голове процесса и в линии урана.

Экстракционная технология привела к резкому снижению объема сбросных отходов. Результаты внедрения экстракционной

технологии были следующими.

При значительном повышении производительности завода, повышении извлечения урана и плутония, улучшении качества выпускаемой продукции уменьшилось количество технологических переделов, влекущих за собою образование большого количества радиоактивных отходов.

Это позволило начать засыпку грунтом части радиоактивного озера Карачай и снизить загрязнение территории комбината и воздуха.

С 1987 года на радиохимическом заводе прекращено производство оружейного плутония.

Более 30 лет на комбинате получали оружейный плутоний. Но Советский Союз создавал атомное оружие не для того, чтобы использовать его в нападении на другие страны, а для своей безопасности.

Академик А.Д.Сахаров в своих воспоминаниях пишет: "Советское государство было вынуждено разрабатывать ядерное оружие и проводить его испытания ради своей безопасности. Цель политики СССР была не всемирное ядерное разрушение, а мирное сосуществование. Третья мировая война не состоялась только благодаря взаимному термоядерному устрашению [66]".

Ядерное оружие — это труд миллионов людей, и совесть у советских людей чиста, так как у нас не было Хиросимы и Нагасаки.

Атомная энергия должна служить мирным целям - главный принцип нашего государства.

На базе развитой инфраструктуры на комбинате "Маяк" созданы гражданские производства ядерного топливного цикла.

В 1955 году был введен в эксплуатацию завод радиоактивных изотопов.

В 1977 году был введен в эксплуатацию завод РТ-1 по переработке отработавшего ядерного топлива с атомных станций, транспортных и исследовательских установок.

На производственном объединении "Маяк" сосредоточено огромное интеллектуальное богатство и оно потребуется нашему народу, память которого сохранит то, что люди, работавшие на ПО "Маяк", обеспечили безопасность страны. Но развивая атомную энергетику, даже в мирных целях надо помнить прощальные слова ЮЛИЯ БОРИСОВИЧА ХАРИТОНА, его завещание:

"ДАЙ БОГ, ЧТОБЫ ТЕ, КТО ИДЕТ ПОСЛЕ НАС,
НАШЛИ ПУТИ, НАШЛИ В СЕБЕ ТВЕРДОСТЬ
ДУХА И РЕШИМОСТЬ, СТРЕМЯСЬ К ЛУЧШЕМУ,
НЕ НАТВОРИТЬ ХУДШЕГО" [67].

Выражаю искреннюю благодарность Александру Ивановичу Иванову, Екатерине Ивановне Сапрыкиной, Лидии Васильевне Гончарук за ценные замечания по рукописи.

Выражаю также признательность директору завода 235 Владимиру Кузьмичу Сажнову, машинистке Любове Петровне Даниловой, Ильясову Диму Фаткулбаяновичу, работникам завода и типографии ПО "Маяк" за помощь при оформлении работы.

Л.СОХИНА

ПРИЛОЖЕНИЕ

РУКОВОДИТЕЛИ ПЕРВОГО В СТРАНЕ РАДИОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА - ЗАВОДА "Б"



**П. И. Точеный -
директор завода**



**Б. В. Громов -
главный инженер завода,
Герой Социалистического
Труда.**



**М. И. Ермолаев -
доктор химических наук, начальник
заводской лаборатории, руково-
дитель многих научных разработок.**



**Н. Г. Чемарин -
начальник научно-
исследовательской группы**

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ПЛУТОНИЯ ИЗ ОБЛУЧЕННЫХ УРАНОВЫХ БЛОКОВ



Б. А. Никитин -
член-корреспондент АН ССР,
руководитель комиссии по
пуску завода "Б".



А. П. Виноградов -
академик, ответственный за
аналитический контроль.



А. П. Ратнер -
профессор, научный руково-
дитель радиохимического
завода в 1948-1952 г.г.



Б. П. Никольский -
академик, научный руково-
дитель завода в 1952-1960 г.г.

ПЕРВОПРОХОДЦЫ



**В. С. Скалозубова
(Диденко)** - начальник
отделения 1, позднее нач.
цеха 1.
В 1950 г. награждена орденом
Трудового Красного Знамени.



**Т. Ф. Коровина
(Кошкарова)** -
начальник отделения 3.
В 1950 г. награждена орденом
Ленина.



А. А. Волкова -
начальник отделения 4.



**Е. И. Краснопольская
(Сапрыкина)** -
начальник отделения 6 и 15а.
В 1950 г. награждена орденом
Ленина.



А. Ф. Пашенко -
начальник отделения 7.



Е. С. Костарев -
начальник отделения 3,
затем цеха 2.

ПЕРВОПРОХОДЦЫ



Л. П. Захарова
(Сладкова) -
дежурный инженер-
механик объекта "Б".



М. И. Громова -
дежурный инженер-
механик объекта "Б".
В 1950 г. награждена орденом
«Знак Почета».



С. М. Мельникова
(Ляхович) -
дежурный инженер-
механик объекта "Б".



И. В. Готлиб -
старший конструктор, на
заводе проработал 51 год.



В. И. Кузнецова -
руководитель группы
химиков-аналитиков.



Л. П. Сокольская -
начальник смены
отделения 1, проработала
на заводе 40 лет.

ПЕРВОПРОХОДЦЫ



А. С. Попова -
начальник смены
отделения 8.



Н. Я. Сбойчакова -
инженер-исследователь
группы Н. Г. Чемарина.



И. А. Терновский -
инженер-радиометрист,
впоследствии начальник
ЦЗЛ.



И. А. Размахова -
техник-оператор отделения 6.
В 1950 г. награждена орденом
Трудового Красного Знамени.



М. П. Захарова -
техник-химик-аналитик..



А. М. Кириллов -
начальник смены
комплекса "С" (отд.13).

**МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ИЗ МХТИ им. МЕНДЕЛЕЕВА,
НАПРАВЛЕННЫЕ НА ЗАВОД "Б" В 1947 году**



**Г. Н. Боровина
(Смычкова) -**
начальник смены отд. 2.
В 1950 г. награждена орденом
Знак Почета.



**З. А. Ершова
(Зверькова) -**
начальник смены
отделения 2.*



А. И. Неретина -
начальник смены отд. 2.
В 1950 г. награждена орденом
Трудового Красного Знамени..



Л. И. Краснова -
начальник смены
отд. 3.



**Т. Д. Щербакова
(Гридасова) -**
начальник смены
отд. 6.



**А. Ю. Красно-
польская -**
начальник смены
отд. 7.



Т. Н. Смирнова -
начальник смены
отд. 7.

РУКОВОДИТЕЛИ ЗАВОДА "ДБ" И 235



М. В. Гладышев -
директор завода "ДБ",
затем завода 235



В. П. Балановский -
главный инженер завода 35.



В. П. Павлов -
главный инженер
завода 235.



Е. И. Микерин -
гл. технолог, гл. инженер
завода "ДБ".

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ ЭКСТРАКЦИОННО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ



В. Б. Шевченко -
доктор технических
наук, руководитель работ
по экстракционной
технологии от ВНИИНМ.



М. В. Гладышев -
кандидат технических
наук, лауреат Ленинской
премии, директор завода
235.



Б. Н. Ласкорин -
академик, руководитель
работ по сорбционно-
экстракционной технологии
от ВНИИХТ.



Б. П. Никольский -
академик, руководитель
работ по внедрению
сорбционных процессов
на производстве от ИАН.



Г. В. Халтурин -
кандидат химических наук,
руководитель сорбционных
процессов, сотрудник ЦЗЛ
ПО "Маяк".



М. Ф. Пушленков -
доктор химических наук,
руководитель работ по экстрак-
ционной технологии.

ВETERАНЫ ЗАВОДА "Б" И "ДБ"



В. М. Константинов -
начальник цеха завода
"ДБ", принявший первую
загрузку блоков с завода
"А".



В. Д. Мельников -
руководитель отдела
КИП и А



Г. Д. Торопов -
ответственный за
ядерную безопасность
завода "ДБ".



Г. С. Лутовинин -
бригадир слесарей,
Герой Социалистического
Труда.

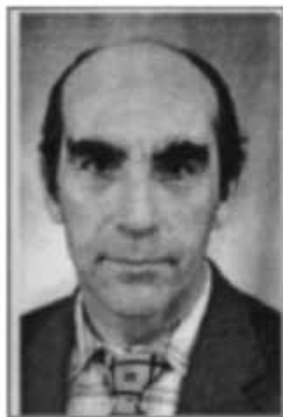


А. Н. Сапогов -
техник, руководитель по
монтажу новых схем.



В. М. Шидловский -
начальник объединенных
цехов 1, 2, 3 завода "ДБ".

ВETERАНЫ ЗАВОДА "Б" И "ДБ"



Г. А. Лелюк -
технолог, разработчик
экстракционной
технологии, Лауреат
государственной премии.



В. А. Боровинский -
разработчик экстрак-
ционно-сорбционной
технологии, лауреат
государственной премии.



А. И. Иванов -
руководитель
исследовательской
группы завода "ДБ".



Д. М. Фесик -
заместитель начальника
цеха 2 завода «ДБ».



Н. И. Мистрюков -
техник-оператор отд. 61,
теперь начальник отдела
техники безопасности
завода РТ.



Н. Н. Гонин -
руководитель отделения
получения диоксида.

РАБОТНИКИ ЗАВОДА РТ



Г. А. Лаптев -
начальник цеха хранения,
рубки и растворения ТВС.



А. Б. Ястребов -
начальник отделения
рубки ТВС.



М. И. Шаров -
ответственный за
доставку вагонов-
контейнеров с ОЯТ.



В. Д. Мельников -
начальник цеха
регенерации ОЯТ.



З. И. Апендова -
инженер-исследователь
завода



В. А. Обухова -
инженер-технолог, кура-
тор цеха экстракционной
переработки ОЯТ.

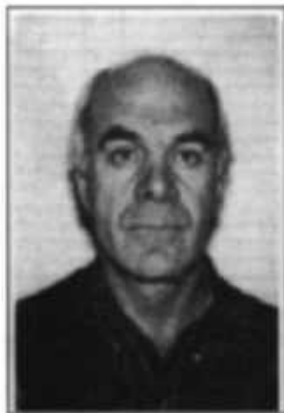
РУКОВОДИТЕЛИ ЗАВОДА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА



В. К. Сажнов -
директор завода РТ



Е. Г. Дзекун -
главный инженер завода
РТ.



А. С. Скобцов -
зам. глав. инженера по
ядерной безопасности
завода РТ.



В. И. Основин -
1957-1976 гг..
начальник цеха 2
завода 25.

РАБОТНИКИ ЗАВОДА РТ



Г. А. Лаптев -
начальник цеха хранения,
рубки и растворения ТВС.



А. Б. Ястребов -
начальник отделения
рубки ТВС.



М. И. Шаров -
ответственный за
доставку вагонов-
контейнеров с ОЯТ.



В. Д. Мельников -
начальник цеха
регенерации ОЯТ.



З. И. Апенова -
инженер-исследователь
завода



В. А. Обухова -
инженер-технолог, кура-
тор цеха экстракционной
переработки ОЯТ.

РУКОВОДИТЕЛИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗАВОДА РТ-1 И ВЕТЕРАНЫ ЗАВОДА



Б. В. Никипелов -
доктор технических наук,
руководитель работ по
регенерации ОЯТ от ПО
«Маяк».



В. Б. Шевченко -
доктор технических наук,
руководитель экстракцион-
ной технологии от ВНИИНМ.



Ветераны завода «Б».

Слева направо:

Б. М. Семов - начальник смены службы «Д»;

К. И. Тихонов - техник службы «Д»;

Н. А. Соколов - начальник смены объекта «Б» (диспетчер);

М. К. Сандрацкий - начальник смены службы «Д».

РАБОТНИКИ ЗАВОДА РТ



В. С. Брошевицкий -
начальник цеха 2



В. П. Потапов -
инженер-технолог цеха 2.



Д. Ф. Ильясов -
начальник КБ завода 25
1967-1971 гг. Начальник КБ
завода 235 с 1999 года.



В. Е. Родионов -
главный механик завода
РТ.



Г. А. Гордеев -
руководитель группы
КИПиА цеха 5.



У. А. Шарафутдинов -
лучший оператор
цеха 5.

РАБОТНИКИ ЗАВОДА 235



Ю. Н. Макаров -
зам. гл. инженера завода.



Л. Г. Матюхов -
начальник КБ завода.



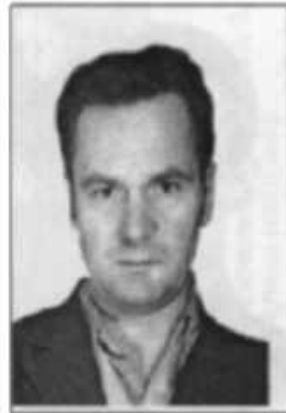
А. С. Скобцов -
зам. гл. инженера завода.



В. И. Дорохин -
зам. гл. механика завода.



Р. Г. Сабитов -
мастер-электрик цеха 5.



А. Н. Сапогов -
инженер-технолог.

РАБОТНИКИ ЗАВОДА 235



Н.А. Секретов -
с 1958-1972 гг. начальник
планового бюро и
спеучета завода ДБ
(з-д 35).



В. И. Кривенко -
бригадир слесарей
КИПиА.



М. П. Сычев -
слесарь-ремонтник цеха 5.



В. М. Волков -
мастер по КИПиА ОГП
цеха 2.



В. И. Копыткин -
БТК завода, контролер.



В. М. Осетров -
слесарь-механик цеха 5.

ЛУЧШИЕ ЛЮДИ КОМБИНАТА



1 ряд (сидят слева направо):

Гладышев М. В., Балакин В. А., Логинов А. Б., Семенов Н. А., Брохович Б. В., Узинцев Н. И.

2 ряд (стоят слева направо):

Апенев Э. Г., Малых Ю. А., Богданов И. В., Митрофанов Г. В., Никифоров А. С.

**ПОСЛЕДНИЙ КОМАНДНЫЙ СОСТАВ ПЕРВОГО
РАДИОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА Б (ЗАВОДА 25)**



ЛУЧШИЕ ЛЮДИ КОМБИНАТА



1 ряд (сидят слева направо):

Гладышев М. В., Балакин В. А., Логинов А. Б., Семенов Н. А., Брохович Б. В., Узинцев Н. И.

2 ряд (стоят слева направо):

Апенев Э. Г., Малых Ю. А., Богданов И. В., Митрофанов Г. В., Никифоров А. С.



ЦПУ здание 101. Участники митинга по случаю пуска цеха № 2



Здание 101, цех 2, ЦПУ - пульты управления отд. 7-10 и отд. 17.

**ЦПУ здание 101-а.
Митинг по случаю пуска
цеха № 5. Выступает
Брохович Б. В.**



**Монтажный зал
завода ДБ (завод 35).**



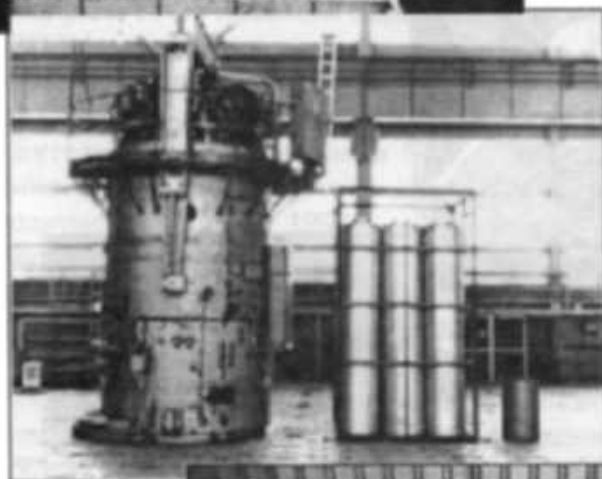
Аналитическая лаборатория 3-да РТ,



**Тепловыделяющая сборка (ТВС) в отделении
подготовки изделий к резке.**



**Аппарат-экстрактор
цеха № 2.**



**Хранилище
остеклованных
отходов.
Скафандр,
пеналы,
бидон.**

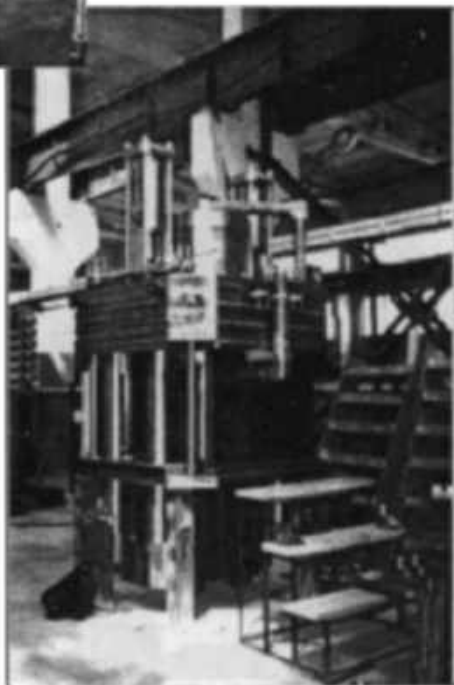
**РИМ - резка
изделий
механическая.
Отрезка
холостых
концов ТВС.**





ТУК 6 - транспортно-упаковочный комплекс для перевозки отработанного ядерного топлива ВВЭР 440.

Агрегат резки АРП, цеха 5.



1 Круглов А.К. "Как создавалась атомная промышленность в СССР". М: ЦНИИАТОМИНФОРМ, 1994.

2 Смит Г.Д. "Атомная энергия для военных целей". М: 1946.

3 Новоселов В.Н., Толстиков В.С. "Тайны сороковки". Екатеринбург: Уральский рабочий, 1995.

4 Полухин Г.А. "Атомный первенец России", часть II. Озерск, изд. ПО "Маяк", 1998.

5 Сборник статей под редакцией Трякина П.И. "Творцы атомного щита", Озерск, изд. ПО "Маяк", 1998.

6 Бутома С.В., Синицына Г.С., Шашуков Е.А. "История Российского атомного пути", доклад на 1-м международном симпозиуме в г. Дубне, 1996.

7 Лазарев Л.Н., Абрамова Н.А. Статья к 60-летию РИАН. Вопросы истории естествознания и техники. М: т.4, 1982.

8 Никольский Б.П. Воспоминания. М: ЦНИИАТОМИНФОРМ, 1996.

9 Ильенко Е.И., Абрамова Н.А. "Создание первой советской технологии выделения плутония из облученного урана". Статья в сборнике. К 75-летию со дня основания Радиевого института. С-Петербург: 1997.

10 Гладышев М.В. "Плутоний для атомной бомбы", Челябинск 65: изд. ПО "Маяк", 1992.

11 Пожарская М.Е. "Получение первых препаратов плутония". Статья в сборнике ВНИИНМ-50 лет, т.1, 1995, стр. 36-57.

12 Яковлев Г.Н. "История первых работ по получению плутония в СССР". М: Атомная энергия, т.78, вып.6, 1995.

13 Черников В. "За завесой секретности" (страницы истории ЮУС), Челябинск: Дом печати, 1995, стр. 111.

14 Сохина Л.П. "Трудности пускового периода при освоении технологии получения металлического плутония высокой чистоты". Доклад на 1-м международном симпозиуме в г.Дубне, опубликован в книге "История Советского атомного проекта". М: 1997.

- 15 Ермолаев М.И. Монография "Технология концентрирования плутония по ацетатной технологии (отделение 7)", т.1, архив комбината ф5, оп 32 е.х 57, 1957.
- 16 Синицына Г.С., Бутома С.В., Шашуков Е.А., Куракина Т.И. "В.Г.Хлопин и атомная проблема", статья в книге "История Советского атомного проекта", т.2, М: Атомиздат, 1999.
- 17 Ильенко Е.И., Лазарев Л.Н. "Совершенствование осадительной технологии выделения плутония". Статья в сборнике «Радиевому институту — 75 лет.» С-Петербург, 1997, стр. 26.
- 18 Неретина А.И. "Трудности при растворении блоков", рукопись, Челябинск-65, Музей ПО "Маяк", 1995.
- 19 Ермолаев М.И. "О природе процессов в твердой и жидкой фазах при ацетатном методе извлечения и очистки плутония". Докторская диссертация, 1957.
- 20 Тымонюк А.Н. "Вот что я помню". Рукопись. Челябинск-65, Музей ПО "Маяк", 1995.
- 21 Ермолаев М.И. "Отделение плутония от урана. Методы получения товарного продукта 80 (соль уранила)", Монография, архив ПО "Маяк" ф5, оп.32 е.х 58, 1958.
- 22 Воспоминания Сапрыкиной Е.И. в статье Трякина П.И. "Радиохимический завод". Озерск, 1998.
- 23 Курчатов Б.В., Курчатова Л.Н. "Исследование потерь плутония при восстановительном ацетатном осаждении". Челябинск-65, ЦЗЛ, инв. N 3345, 1949.
- 24 Сапрыкина Е.И. "Роль ученых на производстве", Озерск, рукопись. Музей ПО "Маяк", 1995.
- 25 Сохина Л.П., Гончарук Л.В. "Закладка плутония на оборудовании в различных технологических процессах: осадительном, экстракционном, сорбционном". Монография, инв. ЦЗЛ 12487, 1987.
- 26 Сохина Л.П., Гончарук Л.В., Ровный С.И. "Отложение актиноидных элементов на поверхности стали из азотно-кислых растворов". Р.Х № 4, 1987.
- 27 Сохина Л.П., Гончарук Л.В., Несмирный М.Г. "Адсорбция Pu, Np, И на поверхности стали из азотнокислых растворов". Р.Х № 1, 1989.

- 28 Ермолаев М.И. "Концентрирование и очистка плутония от урана и ПД". Монография. Архив ПО "Маяк", т.4, ф.5 оп.32, е.х 59, 1958.
- 29 Никитин Б.А., Вдовенко В.М." Труды РИАН". Том 8,1958,стр.1-52.
- 30 Ермолаев М.И. "Регенерация плутония и урана из высокоактивных отходов и концентрирование ПД". Озерск. Монография, т.3, архив комбината, ф.5, оп 32, е.х 60, 1957.
- 31 Зайцев Б.А." Метод выделения урана и плутония из высокоактивных ацетатных декантатов". Канд.диссертация, инв. ЦЗЛ 3255, 1955.
- 32 Сохина Л.П. "Радиоактивные отходы. Проблемы и решения". Лекции для студентов МИФИ, Челябинск-65, ЦЗЛ н/с архив, Музей ПО "Маяк", 1994, стр. 51-56.
- 33 Ильин Д.И. "Миграция радионуклидов из открытых водоемов". Докторская диссертация. Челябинск-40. Архив комбината, ф.11, оп 30, е.х 839, 1956.
- 34 Сохина Л.П. "Академик А.П.Виноградов на Южном Урале" (рукопись). Москва. Музей ГЕОХИ, 1996.
- 35 Рязанцева И.М. "Первые шаги". Рукопись. Челябинск-65. Музей ПО "Маяк", 1994.
- 36 Марков В.К. "Аналитические проблемы и их решение". Статья в сборнике ВНИИНМ-50 лет. М: Том 2, 1996, стр. 200.
- 37 Вяткина Е. "Полвека как один день". Статья в газете Озерский вестник, 136, 137, 1998.
- 38 Дощенко В.Н. "Профилактика и диагностика лучевых заболеваний в период пуска и освоения атомного производства". М: Атомиздат, 1995.
- 39 Никипелов Б.В., Лызлов А.Ф., Кошурникова Н.А. " Опыт первого предприятия атомной промышленности, уровни облучения и здоровье персонала". М: Природа, № 2, 1990.
- 40 Лызлов А.Ф. "Охрана труда на ПО "Маяк". Исторический очерк. Озерск, 1998.
- 41 "НРБ-69". Москва. Энергоатомиздат, 1970.
- 42 "НРБ-76/85". Москва. Энергоатомиздат, 1983.
- 43 Брохович Б.В. "Химический комбинат "Маяк". История, серпантин событий (воспоминания)", Озерск, изд. ПО "Маяк", 1996, стр. 64.

44 Бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии США, 1996 (спецвыпуск).

45 Основные правила безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов. Москва, 1984.

46 Шидловский В.М. Статья "Новый радиохимический завод ДБ" в сборнике "Творцы атомного щита", Озерск, изд. ПО "Маяк", 1998.

47 Морозов В.В. "Изучение свойств и условий получения труднорастворимых оксалатных соединений плутония IV, использование их в технологии". Диссертация, инв. Ц9344, 1969.

48 Халтурин Г.В. "Разработка сорбционных технологий извлечения трансурановых элементов: Pu, Np, Am из засоленных радиоактивных растворов". Рукопись. Озерск, Музей ПО "Маяк", 1997.

49 Халтурин Г.В., Снегирева К.Р. "Разработка хроматографического метода извлечения плутония из производственных растворов". Архив ПО "Маяк", ф11, оп 17, е.х 72, 1952.

50 Никольский Б.П., Мордберг Е.Л. и др. "Поглощение плутония смолой КУ-2 из азотно-кислого раствора после растворения блоков". Инв. ЦЗЛ 3705, 1957.

51 Никольский Б.П., Халтурин Г.В., Макаров Ю.Н. "Техническое задание на проектирование автоматической сорбционной установки для извлечения плутония из ацетатного раствора". Озерск. Архив ПО "Маяк", ф11, оп 11; е.х 9, 1957.

52 Никольский Б.П., Балановский В.П., Халтурин Г.В., Торопов Г.Д., Мордберг Е.Л. "Проверка анионнообменной схемы выделения и очистки плутония из азотно-кислого раствора на укрупненной лабораторной установке". Озерск. Архив ПО "Маяк", ф11, оп 14, е.х 153, 1960.

53 Никольский Б.П., Парамонова В.И., Гладышев М.В., Труханов Н.М. и др. "Результаты испытания на опытно-промышленной установке СМ-35 технологии аффинажа плутония". Озерск. Архив ПО "Маяк", ф11, оп 22, е.х 33, 1964.

54 Никитин Б.А., Вдовенко В.М. Статья "Распределение радиоактивных веществ между двумя жидкими фазами" в сборнике "50 лет Радиевому институту". Ленинград, "Наука", 1972.

55 Лазарев Л.Н. "Внедрение экстракционной технологии". Сборник докладов "75 лет Радиевому институту". С-Петербург, 1997.

56 Сохина Л.П. Докторская диссертация "Изучение поведения плутония в ацетатной технологии". Инв. ЦЗЛ 10782, архив ПО "Маяк", ф11, оп 30, е.х 1051, 1968.

57 Иванов А.И., Трякин П.И. "Завод РТ-1". Статья в сборнике "Творцы атомного щита". Озерск, изд. ПО "Маяк", 1998.

58 Ермолаева Л.А. "Отложение плутония на поверхности коммуникаций, подготовленных к захоронению". Озерск. Архив ПО "Маяк", ф11, оп 30, е.х 988, 1966.

59 Сохина Л.П. "Мои воспоминания о работе на химическом комбинате "Маяк". Рукопись, Челябинск-65, 1993.

60 Брохович Б.В. "История, серпантин событий", Озерск, 1996, стр. 167-170.

61 Глаголенко Ю.В., Дзекун Е.Г., Ровный С.И., Сажнов В.К., Захаркин Б.С., Никипелов Б.В. "Переработка ОЯТ на комплексе РТ-1". История, проблемы, перспективы. Журнал ПО "Маяк". Вопросы радиационной безопасности, № 2, 1997.

62 Нудель А.М., Тюльпа А.Г., Каверзин В.А., Долгова К.А., Балакин И.М. "Распределительное устройство для фильтровальной установки". А.С 659159 СССР В 01Д 27/10 Оpub. Б.И № 16, 1979.(См. ж. Вопросы радиационной безопасности, № 2, 1997).

63 Нудель А.М., Балакин И.М., Герасимов В.С. Патент 860819 РФ В 01Д 27/12 Оpubл. Б.И № 33, 1981.(См. ж. "Вопросы радиационной безопасности", № 2, 1997).

64 Балакин И.М., Тюльпа А.Г., Рылова Е.И., Дзекун Е.Г., Малков Н.И., Стариков В.М. и др. "Оборудование аффинажного отделения завода РТ". Журнал ПО "Маяк". Вопросы радиационной безопасности, № 2, 1997.

65 Дзекун Е.Г., Колупаев Д.Н., Лутовинин А.Г., Ровный С.И. "Возможные решения модернизации и реконструкции начальных стадий переработки ОЯТ на комплексе РТ-1". Журнал ПО "Маяк". "Вопросы радиационной безопасности", № 1, 1999.

66 Сахаров А.Д. "Воспоминания", Знамя, N 11, 12, 1990.

67 Человек столетия Юлий Борисович Харитон. Москва, изд. АТ, 1999.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	стр. 3
ГЛАВА 1 Роль Радиевого института в создании технологии извлечения плутония из облученных урановых блоков	5
1.1 Разработка ацетатно-фторидной технологии извлечения плутония из урановых блоков	6
1.2 Проверка ацетатно-фторидной схемы на установке 5 в НИИ-9	9
ГЛАВА 2 Промышленное получение оружейного плутония на первом радиохимическом заводе "Б" (25)	15
2.1 Подготовка завода "Б" (25) к пуску	15
2.2 Растворение облученных урановых блоков (отделение 2)	22
2.3 Очистка урана и плутония от продуктов деления (отделение 3)	26
2.4 Отделение плутония от основной массы урана (отделение 6)	27
2.5 Выбор технологии концентрирования плутония и очистки его от следов урана и продуктов деления (отделения 8,12, схема "ББ")	32
2.6 Переработка высокоактивных технологических отходов	41
2.7 Организация аналитического контроля на радиохимическом заводе	45
2.8 Заключение по главе 2	52

ГЛАВА 3 Краткая характеристика производственной вредности на радиохимическом заводе "Б"	63
ГЛАВА 4 Роль производственного персонала, ученых, проектантов в совершенствовании технологии и оборудования на новом радиохимическом заводе "ДБ" (35) с целью улучшения условий труда работающих, повышения эффективности производства и улучшения экологической обстановки	70
4.1 Разработка нового проекта завода	70
4.2 Подготовка завода "ДБ" к пуску	73
4.3 Пуск завода "ДБ"	74
ГЛАВА 5 Внедрение экстракционно-сорбционной технологии на радиохимическом заводе	82
5.1 Разработка и внедрение ацетатно-сорбционной технологии	83
5.2 Разработка и внедрение экстракционно-сорбционной технологии	89
ГЛАВА 6 Переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) на заводе РТ (заводе 235)	99
6.1 Подготовка завода РТ к пуску	100
6.2 Пуск цеха резки и растворения твэл	104
6.3 Пуск цеха регенерации плутония, непутия урана	106
Заключение	118
Приложение	123
Литература	149
Содержание	154

Лия Павловна СОХИНА
Страницы истории радиохимического завода
производственного объединения «Маяк»

Редактор *Ильясов Д. Ф.*
Компьютерная верстка *Клепаловой И. В.*
Корректор *Андреева С. Ю.*

Отпечатано в типографии ПО «Маяк», г. Озерск, пр. Ленина, 40а
Тираж 3000 Заказ 3172-2000