

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА К 1-МУ ВЫПУСКУ

Представляемая вниманию читателя «История атомной энергетики Советского Союза и России» представляет собой продолжение серии публикаций Российского научного центра «Курчатовский институт» по истории атомного проекта.

ИСТОРИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА И РОССИИ

ВЫПУСК 1

Эти публикации в дальнейшем могут быть использованы для любых целей как источник первичной информации по представленным темам.

Первый выпуск ограничен изложением общих рамок этой «Истории» и краткой характеристикой основных направлений в промышленности атомной энергетики. Редактор счел нужным и уместным включить в 1-ый выпуск ранее публиковавшиеся материалы, посвященные авторству основоположников и руководителей как Института атомной энергии, так и атомной энергетики – И.В. Курчатова и Л. Александрова. Эти материалы помогают выделить важные моменты и факторы, повлиявшие на всю логику развития атомной энергетики Советского Союза.

В последующих выпусках будут представлены более детальные материалы (технические, архивные, воспоминания о событиях и т.п.) в различных областях, касающихся основных технических направлений.

Поскольку в них предполагается изложить события, происшедшие в первую очередь в период деятельности Курчатовского института, материалы этого выпуска не содержат многих

Москва

ИздАТ

2001

К ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ОБНИНСКОЙ АЭС

Кочетков Л.А.*

Постановление Правительства 1950 г. определило сооружение в лаборатории "В", в г. Обнинске установки "АМ" - атомной электростанции с реактором с графитовым замедлителем и водным теплоносителем тепловой мощностью 30000 кВт и электрической - 5000 кВт.

Работа над проектом началась в НИИХИММАШе в 1949 г.; в 1951 г. был выпущен технический проект реактора, без солидного экспериментального обоснования и даже без разработки многих важнейших его компонентов, в том числе и твэл. В ходе проектных работ представления о назначении и конструкции реактора изменились. Он стал рассматриваться как прототип будущей промышленной АЭС и получил статус атомной электростанции. В 1951 г. научное руководство по разработке проекта было передано Лаборатории "В". Разработка проекта в целом, нестандартного оборудования, изготовление опытных образцов оборудования, экспериментальные работы и даже строительные работы - все выполнялось одновременно и это приводило к частым изменениям в проекте.

Среди множества возникших в то время проблем стоит отметить нейтронно-физическое обоснование активной зоны и разработку тепловыделяющего элемента. Хотя к решению первой из них была привлечена Лаборатория измерительных приборов АН СССР (ЛИП АН СССР), а второй - ЛИП АН, НИИ-9 - ныне ВНИИНМ, Харьковский ФТИ, ВИАМ, основная тяжесть работ по этим проблемам легла всё же на Лабораторию "В". Недостаточность и зна-

* Кочетков Лев Алексеевич - участник и руководитель НИОКР по реакторам АМ, АМБ-2, ЭПП-6, инженер, начальник смены и главный инженер Первой АЭС, научный руководитель энергопусков реакторов 1-ой очереди БАЭС.

чительные погрешности ядерных констант, методов физического расчета гетерогенной структуры активной зоны, особенно в части учета резонансного поглощения нейтронов, были причиной неуверенности в оценке основных физических параметров, в том числе и тех, которые определяют безопасность. Уже на поздней стадии проекта стала отчетливо видна опасность, связанная с попаданием в графитовую кладку реактора аварийной воды в результате возможных разрывов труб топливных каналов. Треугольный шаг решетки топливных каналов - 120 мм был далеко не оптимален, и поэтому попадание воды в кладку реактора в пределах большей части активной зоны приводило к повышению реактивности и мощности реактора.

Пришлось вернуться к разработке быстрой аварийной защиты, хотя это не устранило негативное явление само по себе. На всех стадиях проекта важное значение имела экспертиза проводимых в Лаборатории "В" под руководством Д.И. Блохинцева, А.К. Красина и М.Е. Минашина физических исследований со стороны ЛИП АН СССР и, в частности, по оценке роли "аварийной" воды, а также по решению проблемы биологической защиты. К экспертизе проекта привлекались и другие организации и, в том числе, ИТЭФ.

Только за три месяца до пуска АЭС в Лаборатории "В" была создана критическая сборка с натуральными твэл реактора "АМ". На ней были проведены первые экспериментальные исследования физических характеристик реактора.

Не менее драматическая ситуация складывалась с разработкой тепловыделяющего элемента. Уже в 1952 г. стало ясно, что основной вариант твэл, разрабатываемый ЛИП АН, не может быть запущен в производство, так как он не выдержал тепловых испытаний. Ещё в 1951 г. в Лаборатории "В" были начаты работы по созданию запасного варианта твэл: исследовались различные варианты конструктивных и технологических решений, различные способы обеспечения теплового контакта. Во всех вариантах в качестве основного конструкционного материала была выбрана сталь ЭЯТ (типа 18-8), в качестве топливного материала - металлический уран, а в качестве материала теплопроводной матрицы исследовались эвтектический сплав свинца с висмутом, кальций, натрий и магний. Параллельно отрабатывались технология изготовления тонкостенных нержавеющей труб для твэл, топливных каналов и каналов СУЗ, технология их сварки, создавались стенды для тепловых испытаний твэл в НИИХИММАШе, а затем, более совершенный в Лаборатории "В", подготавливались реакторные испытания твэл на реакторе "АИ" в Челябинске-40 и на

реакторе МР, сооружение которого закончилось в ЛИП АН в 1952 г. На электростальском Машиностроительном заводе в отдельном цехе готовилось производство твэл; на Московском заводе ЭЗХМ - производство топливных каналов и на Московском электродном заводе - изделий из графита. В конце 1952 г. - начале 1953 г. были приняты окончательные решения по варианту твэл - в производство запускался твэл трубчатого типа разработки Лаборатории "В", в котором топливо в виде "тертой" крупки из уран-молибденового сплава (9% вес Мо - рекомендация НИИ-9) заливалось расплавленным магнием, твэл окончательно герметизировался и поступал на стенд тепловых испытаний. Этот вариант твэл успешно выдержал все предусмотренные тепловые и реакторные испытания. В результате впервые был создан оригинальный тип твэл трубчатого типа с теплопроводной матрицей и прочной внутренней трубкой, которая одновременно выполняла и роль оболочки твэл, и роль прочного контура.

В течение двух лет 1951-1952 гг. шла очень напряженная разработка не только твэл, но и другого оборудования, в том числе парогенераторов в ОКБ Гидропресс, основных циркуляционных насосов первого контура на Московском заводе им. М.И.Калинина, арматуры первого контура на Ленинградском заводе "Знамя труда".

Негерметичные главные циркуляционные насосы (ГЦН) первого контура на всасе и напоре имели гидравлическое уплотнение, куда подавалась от поршневых насосов нерадиоактивная вода более высокого давления, чем вода первого контура. ГЦН были другой ахиллесовой пятой проекта: в случае отказа поршневых насосов, горячая вода первого контура будет вытекать вдоль вала наружу; в результате его разогрева за 2-3 минуты зазор между валом и корпусом насоса исчезнет и появится угроза самосваривания вала с корпусом насоса. Особенно опасная ситуация могла возникнуть в случае потери электропитания от обоих питающих линий Мосэнерго. Так это однажды и случилось, но операторам удалось сохранить в работе один из всех остановившихся ГЦН.

В 1953 и начале 1954 гг. было изготовлено и смонтировано все оборудование, изготовлены топливные каналы, завершены строительные и наладочные работы. С конца 1953 г. интенсивно доукомплектовывается и обучается персонал, к инженерной группе, которая была создана под руководством А.Н. Григорьянца и Ю.В. Архангельского, в начале 1953 г. добавилась большая группа опытных инженеров и техников из Челябинска-40, включая будущего первого директора АЭС Н.А. Николаева.

18 мая 1954 г. в реакторе "АМ" впервые был осуществлен цепной процесс реакции деления и затем выполнены физические

измерения по программе физического пуска. 26 июня 1954 г. можно считать днем рождения атомной энергетики. В этот день пар, выработанный за счет энергии ядерных реакций, сопровождается шуточным поздравлением И.В.Курчатова - "с легким паром" - был подан на турбину Первой АЭС.

Начало эксплуатации АЭС было наиболее трудным и не предвещало ничего хорошего:

- частые, иногда по две за смену, остановки реактора от ложных сигналов аварийной защиты из-за отказов датчиков расхода теплоносителя в топливных каналах и электроники; многочисленные течи трубопроводов из нержавеющей стали, подводящих воду к топливным каналам, в результате межкристаллитной коррозии;
- увеличивающаяся суммарная течь трубок топливных каналов и каналов СУЗ внутри реактора. Последнее представляло наибольшую опасность не только по причине возможного неблагоприятного воздействия на реактивность. Образующийся от соприкосновения воды с горячими поверхностями труб топливных каналов и графита водяной пар подвергался радиолизу. В гелии, заполняющем графитовую кладку, появились кроме паров воды кислород, углекислый газ, водород. Это стало причиной ухудшения теплопроводности газа в зазорах между графитовыми блоками и топливными каналами и повышения температуры графита до $650+700$ °С вместо $500+550$ °С по проекту, что, в свою очередь, интенсифицировало процессы окисления (разгара) графита и его формоизменения. Кроме этого, присутствие влаги в реакторе стало причиной интенсивного коррозионного поражения труб топливных каналов и каналов СУЗ. Стало очевидным, что течь рождала новые течи; необходимо было определить и удалить топливные каналы и каналы СУЗ с дефектами трубок. Наконец, образование и накопление кислорода и водорода в газовой среде реактора создавало угрозу образования и взрыва гремучей смеси. В отдельные дни было зафиксировано повышение содержания кислорода в газе реактора до 14%; правда содержание водорода было относительно невысоким, менее 1%. В конце июля 1954 г. создавшаяся ситуация обсуждалась на выездной сессии НТС Министерства. Сессия проходила в Лаборатории "В" под председательством И.В. Курчатова. Были заслушаны сообщения Д.И. Блохинцева и Н.А. Николаева об итогах физического и энергетического пусков и первых дней эксплуатации. В процессе обсуждения были высказаны предложения:

- реактор немедленно остановить и прекратить эксплуатацию АЭС;
- реактор остановить для реконструкции с переходом на натриевый теплоноситель;
- реактор остановить, выполнить необходимые ремонтные работы с удалением из реактора всех дефектных каналов и продолжить эксплуатацию, по крайней мере, до конца кампании.

Это последнее предложение впоследствии и было принято. Уже к концу 1954 г. после завершения ремонтных работ реактор и АЭС были выведены на проектный уровень...

С созданием реактора "АМ" Физико-энергетический институт получил по тем временам мощный источник нейтронов, который использовался для физических и материаловедческих исследований и для производства радиационной продукции. С этой целью на реакторе проектом были предусмотрены пучок нейтронов, тепловая колонна, "кривые" каналы - для производства изотопов, горячая камера. Проектом также были предусмотрены помещения с проходками через боковую защиту в шахту реактора для экспериментальных петель. Позднее в этих и других помещениях было смонтировано более десятка петель, на которых проходили испытания тепловыделяющие элементы для реакторов самого различного назначения.

В первые годы наибольший объем исследовательских работ на реакторе "АМ" и его петлях был выполнен в связи с освоением режимов кипения и перегрева пара водного теплоносителя, режима естественной циркуляции, а также по испытанию твэл в этих режимах для первой очереди Белоярской АЭС и Билибинской АТЭЦ - прямых наследников Первой в мире. Были исследованы особенности водного режима при кипении теплоносителя и, в частности, понят механизм резкого увеличения содержания кислорода за счет радиолиза водного теплоносителя. Исследовались различные сорта графита и новые поглощающие материалы в условиях облучения и высоких температур (>700 °С), новые датчики нейтронного потока и, в частности, здесь получили путевку в жизнь первые датчики прямой зарядки, был понят феномен удивительной работоспособности испарителей парогенераторов, чья теплопередающая поверхность, выполненная из нержавеющей стали ЭЯИТ, не имеет за 42 года ни одного коррозионного поражения при содержании хлоридов в котловой воде более 1000 мкг/кг, тогда как на трубках топливных каналов, трубках пароперегревателей парогенераторов и др., изготовленных из той же стали, в условиях упаривания чистой воды по содержанию хлоридов воды идет неумолимый процесс коррозии под напряжением.

В последние годы наиболее значительной и интересной была работа по созданию петель и испытанию твэл и сборок реакторов космического назначения с термоэлектрическим и термоэмиссионным преобразованием энергии.

На протяжении всех долгих лет эксплуатации реактора "АМ" на нем шел непрерывный процесс усовершенствований, направленных на повышение его экономической эффективности (повышение выгорания топлива с 5000 МВт с/т до 25000 МВт сут/т, переход на более экономичное двуокисное топливо, производство изотопной продукции, производство тепловой энергии для отопления города, повышение исследовательских возможностей реактора) и безопасности. За последние годы реактор и АЭС трижды подвергались комплексной проверке комиссией экспертов Министерства и трижды получали разрешение на продление эксплуатации. Важно констатировать, что за 42 года эксплуатации АЭС, расположенная в черте 100-тысячного города, не была причиной профессиональных заболеваний и тем более жертв ни своего персонала, ни окружающего населения.

Конечно, создание АЭС было естественным и соблазнительным делом ученых и инженеров - атомщиков, политических и хозяйственных руководителей любой страны, в которой подготовлен необходимый технический и научный фундамент. Мы можем гордиться тем, что, используя накопленный при создании ядерного оружия "разгон" и потенциал, наша страна первой продемонстрировала использование атомной энергии для достижения гражданских целей, сделала первый шаг к открытости в опасной области ядерных технологий.