

История Белоярской АЭС им. И. В. Курчатова

БАЭС расположена рядом с г. Заречный (Свердловской обл.) На станции 4 энергоблока: два с реакторами на тепловых нейтронах АМБ-100 и АМБ-200 (выведены из эксплуатации) и два с реакторами на быстрых нейтронах БН-600 и БН-800. Мощность 1485 МВт. Начало строительства — 1958 г., начало эксплуатации — 1964 г.



Опираясь на опыт успешной эксплуатации Первой в мире АЭС в 1955 году по инициативе И. В. Курчатова было принято решение о строительстве на Урале промышленной атомной электростанции с водо-водяным реактором канального типа. К особенностям этого типа реакторов относится перегрев пара до высоких параметров непосредственно в активной зоне, что открывало возможность для использования серийного турбинного оборудования. Решением министра Средмаша А. П. Завенягина от 14 июня 1955 года был дан старт разработке проектного задания на электростанцию с реактором типа АМБ (что расшифровывалось как Атом Мирный Большой), эволюционным продолжением реактора АМ Обнинской АЭС.

Между тем еще 9 июня 1954 Министерством электростанций СССР было утверждено задание на строительство в 50 км к востоку от Свердловска тепловой электростанции

(ГРЭС). Возникший при строительстве теплоэлектростанции посёлок был отнесён к категории рабочих посёлков и стал называться посёлок Заречный в составе Белоярского района Свердловской области. В августе 1955 года на промплощадке Белоярской ГРЭС начались строительные работы, а сама стройка была объявлена Всесоюзной ударной комсомольской стройкой. Историю Заречного принято отсчитывать от 2 июля 1955 года, когда распоряжением Совета Министров СССР №5164-Р был официально зафиксирован факт отвода земли под строительство электростанции.

Первым директором строящейся Белоярской ГРЭС 7 октября 1955 года был назначен М. А. Колмановский, до этого успешно работавший на многих энергетических объектах востока страны.

В апреле 1957 года Правительство СССР официально приняло решение о строительстве в Белоярском районе атомной электростанции. Тогда же состоялась защита проектов станции на Техническом совете Министерства энергетики и электрификации СССР. К защите было представлено два проекта Белоярской АЭС: ЛОТЭП (Ленинградское отделение института «Теплоэлектропроект») и ВНИПИЭТ. Технический совет Минэнерго впервые рассматривал проект атомной электростанции, поэтому тонкости доводов обоих институтов были ему неочевидны. После нескольких часов обсуждения было принято решение: оба проекта рассмотреть в институте «Теплоэлектропроект», принять там решение и доложить Техсовету. Надо отметить, что случай с двумя проектами на одну тему был по сути единичным. Рассмотрение проектов продолжалось три дня: бесконечные доводы, обсуждения, предъявления документов. В конце третьего дня руководитель делегации ВНИПИЭТ И. Д. Дмитриев снял проект с рассмотрения, сказав, что не видит преимуществ своего проекта против проекта ЛОТЭП и готов выйти на Технический совет с одним общим проектом ЛОТЭП. В результате 15 июля 1957 года проект ЛОТЭП был утверждён. Он предусматривал строительство двух энергоблоков Белоярской АЭС с реакторами АМБ-1 и АМБ-2.

Первые специалисты для Белоярской АЭС набирались из разных отраслей, поскольку полноценной подготовки с атомной спецификой попросту не существовало. В основном это были

теплоэнергетики, для которых осенью 1957 года были организованы спецкурсы при МЭИ по переподготовке. Инженерам читали необходимые дисциплины: конструкция атомных реакторов, ядерная физика, дозиметрический контроль, радиационная безопасность. По завершению спецкурсов выпускники отправлялись на производственную стажировку на Обнинскую АЭС.

Начинали строительство работники трестов «Уралэнергострой» и «Уралэнергомонтаж». Их усилиями к 1957 были построены автодорога и железнодорожный путь, к стройплощадке подведена ЛЭП, в поселке Заречном построены первые жилые дома, клуб «Строитель», школа для детей, временный детский садик...

В ноябре 1957 года началось строительство котлована под главный корпус первого энергоблока. Строительные работы осложнялись сильнейшими морозами, которые в пике достигали температуры -48°C . Рабочие обмораживались, не выдерживали и металл — лопались тросы у экскаваторов, стрелы, рукояти, цепи, а у бульдозеров лопались звенья гусениц.

11 августа 1958 года состоялся торжественный митинг в честь закладки первого куба бетона в фундамент в основание главного корпуса станции. В соответствии с традициями того времени под арматуру был заложен металлический патрон с запаянным в нём официальным «Актом закладки главного корпуса».

В 1959 году была создана база с цехом изготовления водопаропроводов и два пока еще малочисленных главных цеха электростанции: технологический (реакторно-турбинный, РТЦ) и цех автоматики, электрооборудования, защиты и измерений. Одновременно активно шло строительство гидроузла с водохранилищем. В конце 1959 года на строительство АЭС был перебазирован участок треста «Центроэнергомонтаж» из Дорогобужа Смоленской области.

Летом 1959 года в Москве прошла торжественная церемония открытия Американской национальной промышленной выставки, участником которой стал вице-президент и будущий президент США Р. Никсон. Программа его визита в СССР предусматривала поездку на Средний Урал, где американский

гость посетил ряд промышленных предприятий, в том числе и стройплощадку Белоярской АЭС. Его приятно удивило обилие техники на стройплощадке, но не обошлось без конфуза — навстречу иностранной делегации выехала повозка, запряжённая лошадью и перевозившая строительный инвентарь. Это дало повод для шуток зарубежных корреспондентов насчёт «атомной станции на лошадиной тяге».

11 февраля 1960 года Указом ЦК КПСС и СМ СССР строящейся Белоярской АЭС присвоено имя И. В. Курчатова. В это время начинается интенсивный период строительства Белоярской АЭС, первоначальный проект которой за эти годы претерпел некоторые существенные изменения. Многие конструкторские решения, заложенные в проект, нуждались в экспериментальном подтверждении, поэтому научно-исследовательские работы шли параллельно с разработкой проекта и его реализацией, что приводило к последующим изменениям в проекте. Эта продолжалась вплоть до пуска энергоблока, что тормозило строительство АЭС.

В конце концов, для энергоблока № 1 была принята двухконтурная технологическая схема. Проектная мощность реактора для энергоблока № 1 была ограничена 100 МВт (эл.), и реактор получил окончательный индекс АМБ-100.

На энергоблоке № 2 была реализована одноконтурная схема, благодаря которой и некоторым изменениям в конструкции каналов и схеме их расположения в реакторе проектная мощность реактора выросла вдвое по сравнению с первым, до 200 МВт(эл.). В соответствии с этим реактор для энергоблока № 2 получил индекс АМБ-200.

В конструктивном отношении реактора Белоярской АЭС являлись безкорпусными, т. е. графитовый реактор не имел металлического прочного корпуса, как почти аналогичный по мощности реактор водо-водяного типа (ВВЭР), строящийся на Нововоронежской АЭС. Мощности заводов СССР в то время были весьма ограниченными, поэтому направление АЭС с реакторами бескорпусного канального типа казалось весьма перспективным, а вопросы ядерной безопасности — неактуальными.

Реактор поступал на монтаж в виде множества крупногабаритных блоков и отдельных деталей. Часть ответственных узлов изготавливали полностью на монтажной площадке в специально оборудованном цехе. Здесь впервые в монтажной практике была основана служба технического контроля, оснащенная лабораториями, оборудованием и приборами, позволяющими выполнять около 20 разнообразных контрольных операций, включая рентгеноскопию, металлографию, гелиевые методы, осмотр деталей перископами и т.д.

В мае 1963 года директором АЭС был назначен В. П. Невский. Он пригласил на станцию дизайнеров из Москвы, Ленинграда и Свердловска и стал перестраивать внутреннее убранство технических помещений. Серые стены главного корпуса станции были перекрашены в яркие цвета, причём цветовую гамму утверждал сам директор. Смело переносились перегородки, приобреталась удобная и красивая мебель, в машинном зале появились пальмы. Для 1963 года это было невиданной новацией.

В августе 1963 года началась загрузка реактора энергоблока № 1 урановым топливом. Физический пуск реактора, руководителем которого был назначен Б. Г. Дубовский, произошел 3 сентября 1963 года, когда реактор впервые вышел на минимально контролируемый уровень мощности. В ночь с 26 на 27 апреля 1964 года состоялся энергетический пуск, который проходил под руководством Л. А. Кочеткова. Энергоблок № 1 Белоярской АЭС с реактором АМБ-100 выдал первый ток в Свердловскую энергосистему, что наряду с вводом в эксплуатацию энергоблока № 1 Нововоронежской АЭС означало рождение в СССР большой ядерной энергетики.

Энергоблок № 1 Белоярской АЭС достиг полной проектной мощности, однако из-за относительно небольшой мощности блока (100 МВт), сложности и дороговизны его технологических каналов, стоимость 1 кВтч электроэнергии оказалось существенно выше, чем у тепловых станций Урала.

Второй блок Белоярской АЭС с реактором АМБ-200 был построен быстрее, так как строительно-монтажный коллектив был уже подготовлен. 31 декабря 1967 года энергоблок № 2 был

включен в сеть — этим завершилось сооружение 1-й очереди станции.

Значительная часть истории эксплуатации 1-й очереди БАЭС была наполнена романтикой и драматизмом, свойственными всему новому. В особенности это было присуще периоду освоения блоков. Оказалось, что разница между промышленной АЭС и ее предшественниками настолько велика и своеобразна, что возникли новые, ранее неведомые проблемы.

Наиболее крупной и явной из них оказалась неудовлетворительная надежность испарительных и пароперегревательных каналов. После непродолжительного периода их работы появлялась разгерметизация твэлов по газу или течь теплоносителя с неприемлемыми последствиями для графитовой кладки реакторов, технологических режимов эксплуатации и ремонта, радиационного воздействия на персонал и окружающую среду. По научным канонам и расчетным нормативам того времени этого не должно было быть. Углубленные исследования нового явления заставили пересмотреть установившиеся представления о фундаментальных закономерностях кипения воды в трубах, так как даже при малой плотности теплового потока возникал неизвестный ранее вид кризиса теплообмена, который был открыт в 1979 году В. Е. Дорощуком (ВТИ) и впоследствии назван «кризис теплообмена II рода».

Неудачи в эксплуатации и недостатки в конструкции реактора и топливных элементов привели к досрочному останову энергоблоков. В 1981 году был остановлен реактор АМБ-100, а 29 сентября 1989 года — АМБ-200.

В 1968 году было принято решение о строительстве на Белоярской АЭС энергоблока № 3 с реактором на быстрых нейтронах БН-600 с натриевым теплоносителем. Научное руководство созданием БН-600 осуществлялось ФЭИ, проект реакторной установки был выполнен ОКБМ, а генеральное проектирование блока осуществляло Ленинградское отделение «Атомэлектропроект». Строил блок трест «Уралэнергострой».

Для БН-600 была принята экономичная и конструктивно удачная интегральная компоновка первого контура, в соответствии с которой активная зона реактора, насосы и промежуточные

теплообменники размещаются в одном корпусе. Масса реактора в сборе составляла 3900 т, а общее количество натрия в установке превышает 1900 тонн. Биологическая защита была выполнена из стальных цилиндрических экранов, стальных болванок и труб с графитовым наполнителем.

Требования к качеству монтажных и сварочных работ для БН-600 оказались на порядок выше достигнутых ранее, и коллективу монтажников пришлось срочно переобучать персонал и осваивать новые технологии. Так в 1972 году при сборке корпуса реактора из аустенитных сталей на контроле просвечиванием крупных сварных швов впервые был применен бетатрон.

Кроме того, при монтаже внутрикорпусных устройств реактора БН-600 предъявлялись особые требования по чистоте, велась регистрация всех вносимых и выносимых деталей из внутриреакторного пространства. Это было обусловлено невозможностью в дальнейшем промывки реактора и трубопроводов с теплоносителем-натрием.

Коллектив монтажников успешно справился с поставленными задачами по монтажу блока на быстрых нейтронах. Заливка реактора натрием показала, что чистота контура была выдержана даже выше требуемой, так как температура застывания натрия, которая зависит в жидком металле от наличия посторонних загрязнений и окислов, оказалась ниже достигнутых ранее в СССР и во Франции.

8 апреля 1980 года состоялся энергетический пуск энергоблока № 3 Белоярской АЭС с реактором на быстрых нейтронах БН-600. Дальнейшая эксплуатация энергоблока БН-600, в основном, подтвердила правильность принятых проектных и конструкторских решений.

Так как точка кипения натрия почти на 300 град. превышает его рабочую температуру, реактор БН-600 работает практически без давления в корпусе реактора, благодаря чему стало возможным изготовить его из высокопластичной стали. А это практически исключило возможность возникновения быстроразвивающихся трещин. Принятая трехконтурная схема передачи тепла от активной зоны реактора с увеличением давления в каждом последующем контуре полностью исключает

возможность попадания радиоактивного натрия 1-го контура во второй (не радиоактивный) и тем более в пароводяной третий контур.

Вместе с тем, для повышения безопасности, надежности и эффективности работы оборудования в дальнейшем был выполнен ряд реконструктивных работ на активной зоне и по ядерному топливу. В частности, активная зона реактора для снижения удельной тепловой нагрузки на тепловыделяющие сборки стала формироваться топливом с тремя вариантами обогащения по урану-235.

Энергоблок № 3 Белоярской АЭС стал самым крупным в мире энергоблоком с реактором на быстрых нейтронах в мире. Созданием и эксплуатацией энергоблока БН-600 была решена главная задача этого реакторного направления: демонстрация длительной, эффективной и безопасной работы энергоблока с реактором на быстрых нейтронах и натриевым теплоносителем. Привлекательность «быстрого» направления в ядерной энергетике определялась двумя факторами: «быстрые» реакторы давали рост коэффициента использования ядерного топлива и открывали возможность замыкания ядерного топливного цикла. При этом энергоблок на быстрых нейтронах имел и неплохие экономические показатели — стоимость производимой им электроэнергии оказалась на 30 % ниже среднего тарифа в регионе.

Реактор БН-600 также был признан одним из самых экологически чистых в мире. А по показателям надёжности и безопасности БН-600 вошел в число лучших ядерных реакторов мира.

Проектный 30-летний срок работы энергоблока БН-600 закончился 8 апреля 2010 года. После выполнения большого комплекса компенсирующих мероприятий срок эксплуатации БН-600 был продлен до 31 марта 2020 года. А 1 апреля 2020 года после завершения капитального ремонта Ростехнадзор выдал Белоярской АЭС лицензию на эксплуатацию энергоблока № 3 с реактором БН-600 до 2025 года.

В год пуска энергоблока № 3 выходит Постановление правительства о сооружении на Белоярской АЭС третьей очереди с реактором на быстрых нейтронах БН-800. И если строительство энергоблока № 3 длилось 12 лет и считалось

долгостроем, то сооружение энергоблока № 4 поставило новый антирекорд — 36 лет.

Тому было несколько причин, и первая из них — авария на Чернобыльской АЭС, после которой начавшееся строительство под давлением общественности в 1989 году было «заморожено».

В 1992 году энергоблоку № 4 дало новую путевку в жизнь Постановление правительства «Вопросы строительства атомных электростанций на территории РФ». В 1994 году новый проект энергоблока, выполненный в соответствии с принятыми после Чернобыля требованиями, прошёл все необходимые согласования и независимую экспертизу комиссии Свердловской области. В январе 1997 года Белоярская АЭС получила лицензию Госатомнадзора России на строительство энергоблока № 4 с реактором БН-800, но дальше бумаг дело не пошло — экономическая ситуация в стране и объявленный дефолт вновь остановили работы по энергоблоку.

Масштабные работы по строительству энергоблока № 4 возобновились только в 2006 году с приходом нового руководства Росатома. В связи с новыми изменениями в нормативной базе проектирования атомных энергоблоков, направленными на дальнейшее повышение безопасности и эксплуатационной надёжности, понадобилась еще одна корректировка проекта.

В феврале 2012 года завершились монтаж реакторной установки и испытания основного и страховочного корпусов реактора и его основного оборудования. С ноября 2012 года началась приёмка натрия, поставленного французским производителем, общим весом около 2000 т.

Первоначально предполагалось, что активная зона реактора БН-800 будет комплектоваться как из традиционного топлива из диоксида урана, так и МОКС-топлива (смешанное уран-плутониевое топливо) в пропорции 3:1 с последующим полным замещением МОКС-топливом. Однако проблемы с изготовлением уран-плутониевого топлива привели к тому, что начальная загрузка активной зоны, начавшаяся 2 февраля 2014 года, велась исключительно традиционным топливом.

Начавшийся в октябре 2014 года энергетический пуск был отложен из-за выявленных недоработок в конструкции ТВС, и возобновился в июле 2015 года после изготовления модифицированных ТВС.

10 декабря 2015 года в 19:21 энергоблок № 4 Белоярской АЭС с реактором БН-800 был включен в сеть и выработал первую электроэнергию в энергосистему Урала. Проведение энергопуска завершилось 9 февраля 2016 года после выполнения программы испытаний.

31 октября 2016 года энергоблок был введен в промышленную эксплуатацию, став крупнейшим в мире промышленным энергоблоком с реактором на быстрых нейтронах.

Конструкция реакторной установки БН-800 создавалась с учетом опыта эксплуатации реактора БН-600 с использованием передовых достижений отрасли. В нём предусмотрен ряд дополнительных систем безопасности, основанных на пассивных принципах работы. Например, в случае превышения допустимых параметров реакция самозатухает без участия человека и автоматики. Давление в корпусе реактора близко к атмосферному, что исключает его саморазрушение. Реакторная установка БН-800 сейсмостойчива и рассчитана на удар значительной силы, включая падение крупного самолёта.

Выявленные в ходе эксплуатации реактора БН-800 недочеты и неполадки не имели сколь-нибудь большого значения и быстро устранялись персоналом энергоблока.

В 2017 году проекту энергоблока № 4 Белоярской АЭС с реактором на быстрых нейтронах БН-800 авторитетный журнал по энергетике «Power» присудил ежегодную премию Power Awards.

В январе 2020 года после завершения капитального ремонта в реактор БН-800 была загружена первая серийная партия МОКС-топлива из 18 тепловыделяющих сборок. К январю 2022 года активная зона БН-800 уже на две трети была заполнена уран-плутониевым топливом.