



Школьникам об атомной энергетике

Выпуск 5-6
2011

С е р и я : **Хочу все знать!**



Здравствуйте, ребята! В предыдущих выпусках вы познакомились с историей открытий в области ядерной физики, которые создали научную основу и заложили фундамент для развития ядерной энергетики. Тема сегодняшней нашей беседы — мирное использование ядерной энергии и создание первой в мире АЭС.

Первая АЭС в мире

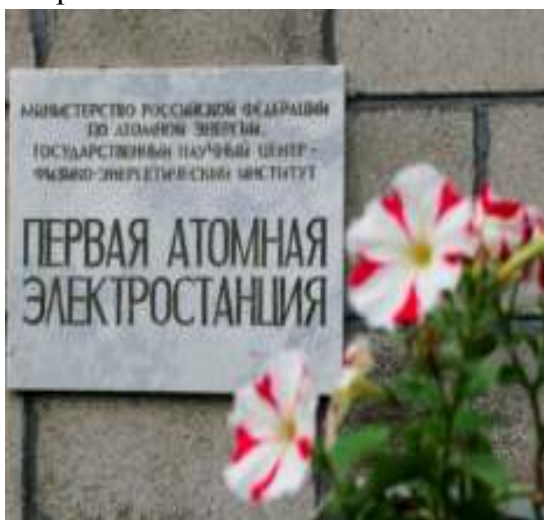
Глубокие корни использования заключенной в ядре энергии в мирных целях лежат в довоенном и военном времени, поскольку впервые ядерная энергия была применена именно в военных целях (цепная реакция деления в форме взрыва была реализована впервые в атомной бомбе).

2 августа 1939 года Альберт Эйнштейн (в это время он переехал в США из нацистской Германии) обратился с письмом к американскому президенту Франклину Делано Рузвельту, в котором он изложил свои заключения о возможностях атомной бомбы и необходимости ее превентивного создания. Это письмо имело свой отклик и привело к организации мощной исследовательской группы ученых. С этого момента начинается история создания атомной бомбы, но подробнее мы поговорим об этом в следующей беседе. А теперь перейдем к мирному атому.

Итак, **27 июня 1954 года** в посёлке Обнинское, Калужской области (ныне город Обнинск) была запущена первая атомная электростанция – это стало прорывом: подобных источников энергии в мире ранее еще не использовалось. И вот как все это было.

К моменту пуска первой АЭС в мире уже было построено несколько ядерных реакторов. Основной целью их работы была наработка плутония для создания атомной бомбы. Тепло, выделяющееся в ходе работы реактора, просто отводилось в водоемы. Затем появилась идея использовать это тепло, и во второй половине 40-х годов советские ученые приступили к разработке первых проектов мирного использования ядерной энергии, генеральным направлением которого стала

электроэнергетика. Показательно, что проектом руководил ученый, ставший по воле судьбы «отцом первой советской атомной бомбы» — Игорь Васильевич Курчатов. В этой работе принимали также участие практически те же специалисты, что и в создании советской атомной бомбы — Н. Доллежал, А. Сахаров, Ю. Харитон и другие. Над проектом трудилось немало талантливых ученых и конструкторов, среди них Д.И. Блохинцев, А.К. Красин, В.А. Малых и др. Идея конструкции активной зоны станции была предложена именно Курчатовым совместно с профессором С.М. Фейнбергом, главным конструктором стал академик Н.А. Доллежал. Работы начались в 1948 году на территории нынешнего Физико-энергетического института имени А.И. Лейпунского (ГНЦ РФ-ФЭИ), который в то время имел название Лаборатория В.



И.В. Курчатов (1903-1960)

Хронология событий:

Началом строительства первой АЭС считается 1 января 1951.

Станция возводилась в обстановке строжайшей секретности, даже сотрудники самой лаборатории «В», не причастные к проекту, не имели понятия, «что у них строится».

Такая закрытость атомных проектов совсем не являлась специфической чертой советского строя, а была характерна для всех стран, разрабатывавших свои ядерные программы. К примеру, нацисты в Германии строили свой ядерный реактор (который, к счастью, им так и не удалось запустить) в вирусном корпусе Института биологии и вирусных исследований в Далеме (пригород Берлина) — из тех же соображений секретности. Этот реактор был размещен в круглом бассейне, расположенном в задней части вирусного корпуса.

В 1953 году был выполнен основной объем строительных и монтажных работ: возведен реакторный корпус и здание турбогенератора, смонтированы металлоконструкции реактора, парогенераторы, трубопроводы, турбина и многое другое.

В начале 1954 года велась графитовая кладка реактора. Герметичность корпуса реактора заранее испытали чувствительным гелиевым методом. Внутри корпуса подали газ гелий, а снаружи все сварные соединения "ощупали" гелиевым искателем течей, который обнаруживает малые протечки гелия. Во время гелиевых испытаний были выявлены неудачные конструктивные решения, и пришлось кое-что переделать. После ремонта сварных соединений и повторной проверки на герметичность внутренние поверхности металлоконструкций сдали под кладку.

Символично, что загрузка активной зоны реактора первой АЭС топливными каналами началась в День Победы — 9 мая 1954 года. При внесении 61-го топливного

канала, в 19 ч. 40 мин было достигнуто критическое состояние. В реакторе началась цепная самоподдерживающаяся реакция деления ядер урана. Состоялся физический пуск атомной электростанции.

Справка. В реактор первой АЭС всего было установлено 128 технологических каналов и 23 канала для стержней управления и защиты (СУЗ). Одной загрузки хватало для работы АЭС на полной мощности в течение 80-100 суток.

26 июня 1954 года в 17 часов 30 минут была открыта задвижка подачи пара на турбогенератор, и генератор синхронизирован с сетью Мосэнерго. Состоялся энергетический пуск первой в мире АЭС. От эскизного проекта до энергетического пуска прошло немногим более трех лет. Трудный, подчас драматичный путь к созданию первой в мире АЭС завершился выходом реактора на проектную мощность (5 МВт).

И вот 30 июня 1954 г. на весь мир прозвучало сообщение ТАСС, потрясшее воображение людей: «В Советском Союзе усилиями ученых и инженеров успешно завершены работы по проектированию и строительству первой промышленной электростанции на атомной энергии полезной мощностью 5000 киловатт. 27 июня атомная станция была пущена в эксплуатацию и дала электрический ток для промышленности и сельского хозяйства прилежащих районов».

Дальше были будни эксплуатации, когда спокойных дней немного, поскольку на станции многое проверялось, испытывалось и осуществлялось впервые.

С 1956 года установка была переведена в режим исследовательского реактора, хотя полезная утилизация вырабатываемой тепловой энергии для отопления близлежащих населенных пунктов продолжалась.

Безаварийная эксплуатация обнинской АЭС длилась 48 лет — до 2002 г., когда ее реактор был остановлен по экономическим причинам (содержание станции обходилось государству все дороже), и 29 апреля 2002 года АЭС прекратила выработку электроэнергии.

Хотелось бы отметить, что за весь долгий срок эксплуатации этой атомной станции не было ни одного случая опасного облучения персонала, а окружающая местность в радиусе трех километров (включая город-спутник Обнинск) ни разу не подвергалась радиационному загрязнению, которое повлекло бы повышение природного фона.

Сенсационные сообщения в средствах массовой информации всего мира о пуске Первой АЭС пробудили особый интерес к великому достижению науки и техники в Советском Союзе. Особенно этот интерес возрос после Первой Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии осенью 1955 года. С докладом на ней выступал Д.И.Блохинцев. И вопреки установленным правилам окончание доклада было встречено бурной овацией.

Вскоре после пуска атомная электростанция стала доступна для широкой общественности. Например, за первые 20 лет работы первую АЭС посетило около 60 тысяч человек.





Среди гостей, в разное время посетивших обнинскую АЭС, были выдающиеся ученые, политические и общественные деятели: Д.Неру и И.Ганди, А.Сукарно, В.Ульбрихт, Ким Ир Сен, И.Броз Тито, Ф. Жолио-Кюри, Г.Сиборг, Ф.Перрен, З.Эклунд, Г.К. Жуков, Ю.А. Гагарин, многие другие. Делегация Британского управления по атомной энергии в книге отзывов выразила свое восхищение работой профессору Блохинцеву и его коллегам. Немецкий физик Герц в книге для гостей записал: «Я уже много слышал и читал об атомных

электростанциях, но то, что увидел здесь, превзошло все мои ожидания...».

Труд создателей первой АЭС был высоко оценен. Большая группа участников этой работы была награждена орденами и медалями. В 1956 году Д.И. Блохинцев удостоен Золотой Звезды Героя Социалистического Труда, А.К. Красин награжден орденом Ленина, а в 1957 году Д.И. Блохинцеву, Н.А. Доллежалю, А.К. Красину и В.А. Малых присуждена Ленинская премия.



На главном пульте управления АЭС. На первом плане научный руководитель пуска первой АЭС Д.И. Блохинцев и его заместитель А.К. Красин, за ними — заместитель директора лаборатории «В» И.Т. Табулевич

Справка. Андрей Капитонович Красин (21.V.1911—28.III.1981) имеет непосредственное отношение к началу развития атомной энергетики в Беларуси. В 1961 году он переехал в Минск, где до 1965 года возглавлял отделение атомной энергетики Института энергетики АН БССР, затем стал первым директором Института ядерной энергетики АН БССР (так он тогда назывался), образованного в 1966 году. Сейчас это Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси. Андрей Капитонович также был награжден и Орденом Октябрьской Революции (1971), Орденом Отечественной войны II степени (1945), Золотой медалью имени С. И. Вавилова (1974). Умер в Минске, похоронен на Восточном кладбище.



Реактор-ветеран

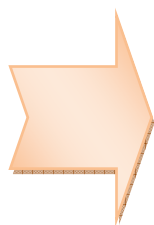
Принцип работы первой АЭС

Что представлял из себя первый реактор мирного назначения?

Примечательно, что проектируемый в Обнинске атомный реактор АМ-1, предшественником которого был промышленный уран-графитовый реактор (ПУГР), используемый для наработки плутония, первоначально предназначался для морского транспорта (аббревиатура АМ обозначала «аппарат морской»). Однако он оказался слишком большим для размещения его на надводном или подводном транспорте, поэтому появилась другая расшифровка — «Атом Мирный - Первый». Этот реактор стал первым в истории, использовавшимся именно в мирных целях — для первой в мире АЭС

Принцип действия и устройство реактора разработчикам реактора стали ясны еще в середине 1940-х гг. В металлический корпус помещались графитовые блоки с каналами для урановых блоков и регулирующих стержней — поглотителей нейтронов. Однако обычные урановые блоки не были пригодны для АЭС. Пришлось конструировать специальные технологические каналы, состоящие из системы тонкостенных трубок небольшого диаметра, в которых размещалось ядерное топливо. Технологические каналы в несколько метров длиной загружались в ячейки графитовой кладки реактора мостовым краном реакторного зала и присоединялись к трубопроводам первого контура съемными деталями.

На АЭС также была тщательно продумана система управления протекающими в реакторе процессами, созданы устройства для автоматического и ручного дистанционного управления регулируемыми стержнями, для аварийной остановки реактора, приспособления для замены ТВЭЛОВ.



Справка. При достижении общей массы урана в активной зоне реактора критического значения начинается самоподдерживающаяся цепная реакция деления урана-235. При этом в среднем на каждую тысячу возникших нейтронов несколько штук вылетает не мгновенно, в момент деления, а чуть позднее, и вылетают они уже из осколков. Существование этих, так называемых запаздывающих, нейтронов является решающим фактором для возможности осуществления управляемой цепной реакции деления. Хотя общее количество запаздывающих нейтронов при делении составляет всего 0,75%, именно они существенно (примерно в 150 раз) замедляют скорость нарастания нейтронного потока и тем самым облегчают задачу регулирования мощности реактора. За это время, манипулируя поглощающими нейтроны стержнями, можно вмешаться в ход реакции, замедлить ее или ускорить.

Необходимо отметить, что ученым пришлось решить немало сложных задач, чтобы приспособить ПУГР для выработки электроэнергии (как я уже упоминал, у реактора обнинской АЭС был предшественник — промышленный уран-графитовый реактор). Формулировка «уран-графитовый реактор» означает, что топливом в реакторе служит обогащенный уран, в качестве замедлителя нейтронов используется графит, для отвода тепла от активной зоны используется вода.

Дело в том, что в ПУГРе температура теплоносителя (воды) на выходе из реактора была ниже, чем в чайнике — всего 80-90 градусов Цельсия. Этого хватало для производства плутония, но было чрезвычайно мало для производства электричества.

Чтобы получить более-менее адекватный коэффициент полезного действия ядерного энергоблока, температура пара, идущего на турбину, должна была быть не менее 270-280 градусов Цельсия, а значит, давление в контуре нужно было поддерживать на уровне 70 атмосфер, что соответствует давлению около 700 метров водяного столба). Здесь ученые столкнулись с проблемой создания твэлов (тепловыделяющих элементов), способных находится в таких жестких условиях. Необходимо было найти материалы для оболочек твэлов. И ученые успешно справились с поставленными задачами. В частности, для оболочек твэлов, решили использовать не алюминий, как в ПУГРах, а жаропрочную и химически стойкую нержавеющую сталь.

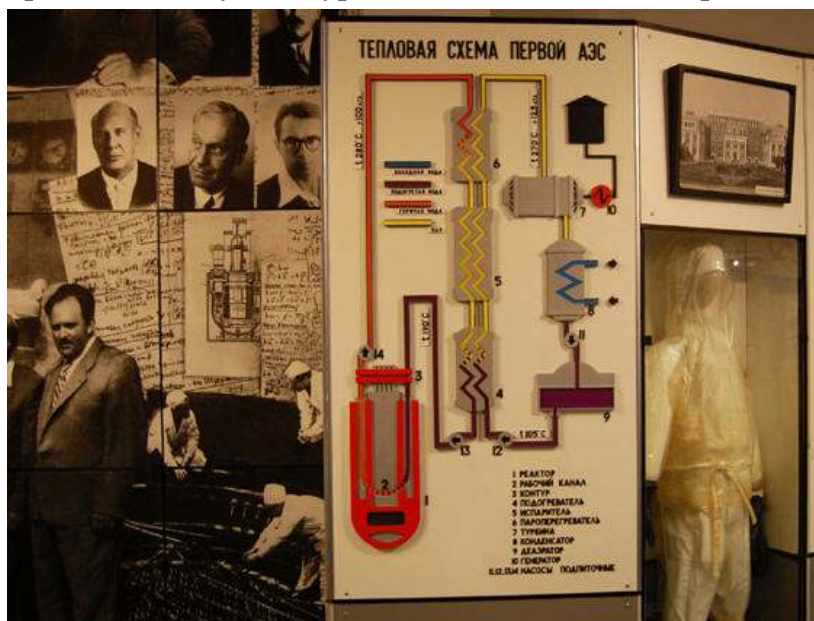
Справка. В современных реакторах трубки для твэлов изготавливаются из сплавов циркония, который имеет температуру плавления больше, чем нержавеющая сталь.

Топливо для первой АЭС приготовили следующим образом: из обогащенного по урану-5 урана изготовили уран-молибденовый сплав. Затем этот сплав размолотили «в крупу», засыпали в твэлы и залили расплавленным магнием — такое решение позволило улучшить теплопередачу в активной зоне.

Наиболее сложными проблемами проекта оказались также физические расчеты реакторных функционалов — критической массы, обогащения и загрузки топлива, эффектов реактивности, кампании реактора и др.

Схема атомной электростанции существенно усложнялась тем, что в рабочих каналах требовалось поддерживать высокое давление, чтобы получить пар необходимых параметров для работы турбины. Приходилось вводить в активную зону реактора больше конструктивных материалов, что требовало дообогащения по урану -235.

Чтобы не загрязнять радиоактивностью турбинное отделение АЭС, в проекте была применена двухконтурная схема. Вода в первом контуре, нагреваясь в реакторе,



превращается в пар, который проходит через пароперегреватель, испаритель и подогреватель, возвращаясь затем в активную зону реактора. Вода второго контура движется в противоположном направлении: сначала она поступает в подогреватель, потом — в испаритель, где происходит ее превращение в пар, а потом — в пароперегреватель, где происходит дополнительный нагрев пара. Перегретый пар второго

контура поступает на лопатки турбины. Вал турбины, вращаясь, приводит в движение ротор электрогенератора, вырабатывающего электрический ток. Выходящий из турбины пар конденсируется, превращаясь обратно в воду, которая очищается от нежелательных примесей и снова подается в подогреватель. Так поддерживается циркуляция теплоносителя во втором контуре. Таким образом, вода первого контура не смешивается в парогенераторе со средой второго контура, и на турбину подается "чистый" пар.

Справка. Тот же процесс осуществляется в современных реакторах (схема ниже).



Опыт эксплуатации первой АЭС

В последние годы работы АЭС ее любовно называли «старушкой», она действительно стала мамой и бабушкой для следующих поколений АЭС. На опыте создания первой атомной станции впервые в мире была доказана возможность промышленного получения электрического тока от энергии деления ядер, а полувековой опыт ее безаварийной эксплуатации служил самым веским аргументом в пользу развития атомной энергетики для всего мира.



Реактор первой АЭС был одной из основных исследовательских реакторных баз. Он использовался для изготовления изотопной продукции, проведения нейтронно-физических измерений в области физики твердого тела, реакторного материаловедения и других комплексных исследований до последнего дня работы станции. Анализ режимов работы с кипением и перегревом пара, например, дал основу для проектирования крупных энергетических реакторов для Белоярской, Билибинской, Ленинградской АЭС и многих других.

После этой станции было создано много важных объектов ядерной энергетики — транспортабельная ядерная энергетическая установка ТЭС-3, опытные быстрые реакторы БР-5, БР-10 в ФЭИ и БОР-60 в Димитровграде, транспортные ЯЭУ с жидкометаллическим теплоносителем для атомных подводных лодок, первый в мире энергетический реактор на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением БН-350, АЭС с реактором на быстрых нейтронах БН-600 — 3-й блок Белоярской станции, Билибинская АТЭЦ, работающая в условиях Крайнего Севера в режиме переменных нагрузок по теплу и электричеству, реакторы для космических аппаратов, подводного и надводного транспорта, мощные современные атомные станции повышенной безопасности.

Первая АЭС сегодня

В настоящее время АЭС проходит путь вывода из эксплуатации, итогом которого должна была стать «зеленая лужайка» – место, абсолютно безопасное и пригодное для строительства любого гражданского объекта. Но вместо того, чтобы оставить «зеленую лужайку» от столь уникального научного объекта, лучше использовать АЭС для передачи знаний, накопленных за долгий период ее существования новым поколениям. Так решили «обнинцы» и предложили создать музей, который мог бы служить источником знаний для будущих поколений. И дальнейшая судьба первой в мире АЭС в Обнинске стала предметом обсуждения на самом высоком уровне.

9 апреля 2009 с вопросом о создании музея на базе первой АЭС, по поручению жителей Обнинска и многих участников строительства и эксплуатации этой станции, к Президенту РФ Д.А. Медведеву обратился известный ученый, Почетный гражданин города Обнинска Николай Андреевич Корнеев (в 2009 году исполнялось 55 лет с момента пуска первой в мире АЭС).

Ранее (в 2007 году) соответствующее письмо было направлено главе Росатома С.В.Кириенко от имени генерального директора ГНЦ РФ-ФЭИ А.В.Зродникова.

Согласно приказу министра РФ по атомной энергии, на закрывшейся обнинской АЭС будет создан федеральный музей атомной энергетики. Его создатели планируют сохранить даже пульт станции, работая за которым можно будет имитировать различные производственные ситуации, такие, к примеру, как запуск реактора. Подобный музей, по убеждению обнинских физиков-ядерщиков, поможет людям понять сущность атомной энергетики, ее значение для будущего человечества, а также в какой-то мере преодолеть так называемый чернобыльский синдром.

После признания первой АЭС выдающимся памятником науки и техники, необходимо будет эту программу привести в соответствие с законодательством по сохранению объектов, являющихся объектами культурного наследия. Иначе, как сказал Н.А.Корнеев в беседе с Президентом РФ, «в недалеком будущем станцию могут разобрать по винтику, по кирпичику».

Таким образом, первый в мире объект ядерной энергетики отнюдь не потерял своего стратегического и инновационного профиля.

Используемые источники:

1. «Атом мирный-Первый...», Акатов А.А., Коряковский Ю.С.: Москва, «Центр содействия социально-экологической инициативе атомной отрасли»,- 2010.
2. <http://vit7225.narod.ru/historical/obninckay.html>
3. http://www.biografija.ru/show_bio.aspx?id=68533
4. <http://pochemy.net/?n=603>
5. http://novosti-n.mk.ua/ukraine_article/read/?id=3008&p

Материал подготовлен: Брылева В.А., Зимич Е.Н.

Адреса для контактов:

ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси, 220109, Минск, ул. академика А.К. Красина, 99

тел.: 299-47-61, 299-45-56, факс: 299-43-55, Web-site: <http://www.sosny.bas-net.by>

E-mail: valentina.bryliova@yandex.by

Для получения данного информационного бюллетеня просим подать заявку в электронном виде с указанием своего электронного адреса

©При перепечатке ссылка обязательна

По заказу Министерства энергетики Республики Беларусь