

ного анализа; средства индивидуальной защиты и оборудование для работы с радиоактивными веществами; твэлы и другие изделия для атомных реакторов и электростанций, построенных при участии Советского Союза; минеральное сырье.

В 1962 г. В/О «Изотоп» поставляло свою продукцию в 20 стран, в 1967 г. — в 32 государства. В наибольших объемах продукцию закупают внешнеторговые организации Венгрии, Чехословакии, ГДР, Польши, Румынии. В эти страны в 1966 г. поставлены большие партии радиоактивных источников из Co^{60} , Cs^{137} для облучательных и терапевтических гамма-установок. Геофизики (ученые и промышленники) этих стран регулярно получают нейтронные полоний-бериллиевые источники для проведения научных, поисковых и разведочных работ.

Почти ежедневно во многие страны Европы и на Кубу вылетают самолеты, несущие на борту препараты, меченные радиоактивными изотопами J^{131} , S^{35} , Au^{198} , P^{32} , которые необходимы для диагностики и лечения злокачественных опухолей. Специфика данных поставок состоит в том, что они проводятся по строгому графику, включая производство радиоактивных изотопов и доставку препаратов непосредственно в клинику.

Заказчики из социалистических стран получили гамма-установки ГУБЭ-4000 и МРХ-γ-100 с источниками из Co^{60} для проведения биологических и радиационно-химических исследований, радиоизотопные нейтронизаторы для снятия зарядов статического электричества на основе Pu^{239} и другие изделия.

В 1966 г. значительно расширился экспорт продукции и в капиталистические страны: Англию, Японию, Швецию, Францию, в частности соединений лития для оптических целей, для использования в стекольной, керамической и химической промыш-

ленности, для нужд радиоэлектроники. Впервые в 1967 г. большое количество углекислого лития закуплено фирмами ФРГ и Англии. Между СССР и этими странами подписаны долгосрочные контракты на поставку указанной продукции. Большим спросом на мировом рынке пользуются наши препараты Ne^3 , углекислый барий, меченный C^{14} , стабильные изотопы и соединения, меченные N^{15} , Fe^{57} и др.

Начаты поставки запасных частей, узлов, различного оборудования и приборов для атомных установок, построенных за рубежом при участии Советского Союза. За последнее время осуществлены и ведутся в настоящее время поставки твэлов для атомной электростанции в ГДР, атомных реакторов в ГДР, ПНР и других странах. Кроме того, поставлено в некоторые страны значительное количество приборов и запасных частей к оборудованию.

Популярности нашей продукции способствует участие СССР в международных выставках, ярмарках и в специализированных выставках Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР «Атом — миру». В 1966 г. выставки проведены в НРБ, ВНР, ГДР, ПНР и Японии. В 1967 г. продукция В/О «Изотоп» представлена на выставках в НРБ, ГДР, ПНР, СРР, ЧССР. Некоторые изделия показаны на всемирной выставке в Монреале.

Осуществляются также и значительные импортные поставки. В соответствии с решением Постоянной комиссии СЭВ по использованию атомной энергии из ПНР и НРБ поставляются лабораторная мебель для радиохимических лабораторий и защитные свинцовые блоки для работы с источниками ионизирующих излучений.

В текущем, юбилейном году экспортные поставки еще более возрастут.

В. СИНЦЫН

Сотрудничество СССР и ЧССР в строительстве атомной электростанции

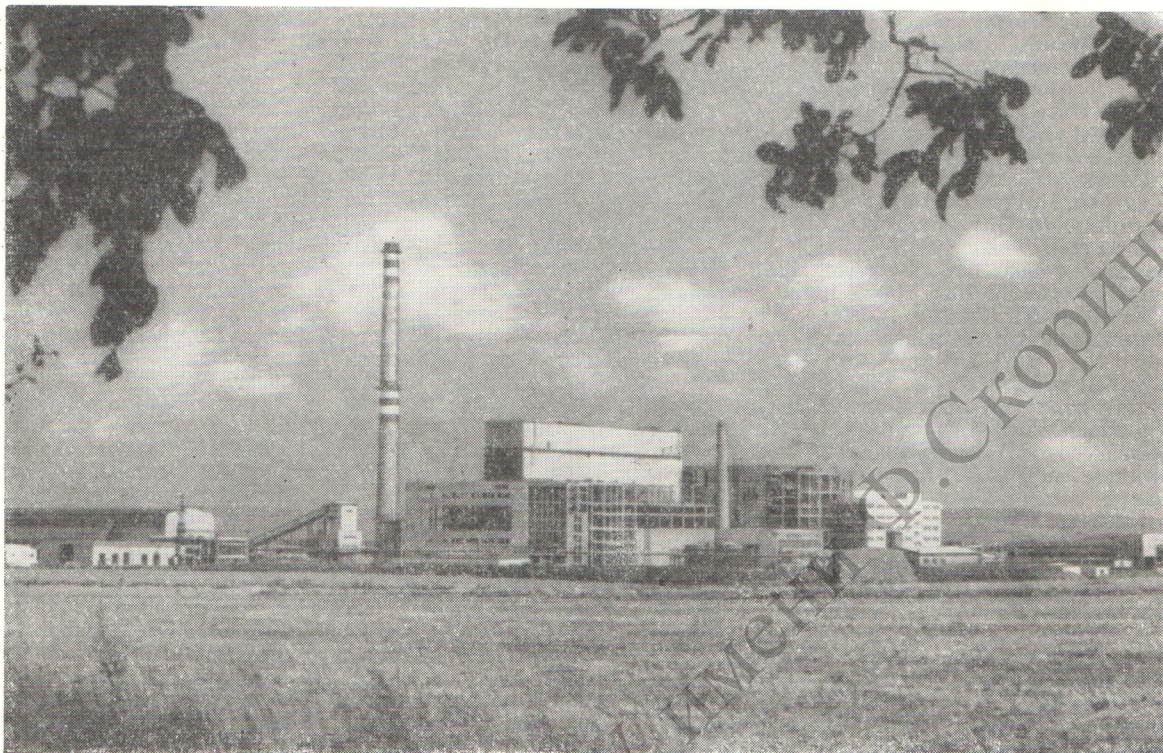
В перспективном плане развития народного хозяйства ЧССР предусматривается ускоренное развитие ядерной энергетики. Проект плана развития ядерной энергетики ЧССР основывается на строительстве в первую очередь АЭС с применением реакторов тяжеловодного типа. Предполагается строительство трех АЭС с тяжеловодными энергетическими реакторами с газовым теплоносителем установленной мощностью 150, 300 и 500 Мвт.

Советский Союз и Чехословацкая Социалистическая Республика заключили Соглашение о сотрудничестве СССР и ЧССР в строительстве первой атомной электростанции мощностью 150 Мвт. Соглашение предусматривает тесное взаимное сотрудничество советских и чехословацких ученых, инженеров и специалистов, участвующих в разработке, проектировании и сооружении первой АЭС в ЧССР, обмен научными работниками, инженерами и специалистами, обмен информацией и технической документацией по выполненным работам и исследованиям, а также проведение двухсторонних консультаций, связанных с созданием АЭС.

Пуск первой АЭС ЧССР намечено осуществить в 1969 г.

В реакторе первой атомной электростанции, сооружаемой в ЧССР (см. рисунок), используется в качестве ядерного топлива природный металлический уран. Реактор состоит из стального корпуса, рассчитанного на давление 65 *ата*. В нем находится алюминиевый бак, через который проходит 156 технологических каналов. Бак заполняется тяжелой водой, которая служит замедлителем. Внутри технологических каналов размещены сборки твэлов и стержни управления и защиты реактора. Каждая из сборок помещена в экранную трубу из циркониевого сплава. Таким образом, существующий кольцевой зазор между технологическим каналом и экранной трубой обеспечивает разделение тяжелой воды от охлаждающего газа. Циркуляция охлаждающего газа (CO_2) происходит сверху вниз.

При поступлении в тепловыделяющую сборку охлаждающий газ разделяется на два потока, основной поток газа идет на охлаждение сборки твэлов, а меньший поток направляется в кольцевой зазор и охлаждает экранную трубу. Пройдя активную зону реактора, оба потока охлаждающего газа смешиваются, и газ, нагретый до температуры 425° С, поступает в парогенераторы.



Атомная электростанция, сооружаемая в ЧССР.

На АЭС принята непрерывная загрузка и разгрузка реактора. Глубина выгорания U^{235} при непрерывной перегрузке ядерного топлива составляет $\sim 3,5$ кг/т. Выгрузка тепловыделяющих сборок производится с помощью специальной разгрузочно-загрузочной машины (РЗМ), разработанной и созданной чехословацкими специалистами.

При проектировании и строительстве АЭС должны были учитываться основные специфические особенности и ограничения для реакторов такого типа. В связи с этим необходимо было решить некоторые крупные проблемы. Это, во-первых, разработка конструкции твэлов, которая обеспечивала бы их работоспособность в течение всего срока службы в реакторе при проектных параметрах температуры, давления и условиях радиации, и, во-вторых, разработка и изготовление большого корпуса реактора, рассчитанного на высокое давление.

При создании твэлов для реактора первой АЭС ЧССР советские ученые, конструкторы и инженеры проделали значительную работу, начиная с выбора материала оболочки, ядерного топлива и кончая разработкой конструкции, технологии изготовления твэлов и комплексом опытно-экспериментальных работ. Высокая энергонапряженность ядерного топлива определила выбор формы твэла. На основе физических и тепловых расчетов, проведенных советскими учеными, была выбрана сборка стерженьковых твэлов. Тепловыделяющий элемент представляет собой стержень из природного металлического урана диаметром 6,3 мм, длиной ~ 4000 мм, заключенный в оболочку из магний-бериллиевого сплава.

Несмотря на трудности, которые были обусловлены отсутствием экспериментального реактора, подобного реактору АЭС ЧССР, для решения проблемы живучести твэла за сравнительно короткий срок на одном из реакторов СССР была сооружена и пущена в эксплуатацию петля с газовым теплоносителем. В результате длительных исследований был выбран один из вариантов твэла, который удовлетворял физическим и теплотехническим характеристикам, заложенным в технический проект реактора. В процессе разработки и создания твэлов советские ученые и инженеры поддерживали постоянные контакты с учеными и инженерами ЧССР, информировали их о результатах научно-исследовательских и конструкторских работ, а также о результатах теплофизических, реакторных и других испытаний.

Комплекс работ, выполненных советскими и чехословацкими организациями по созданию твэлов, и результаты испытаний дают основания для проведения работ по подготовке серийного производства сборок твэлов, которое намечено организовать в ЧССР.

Наличие развитой машиностроительной промышленности в ЧССР позволило чехословацким ученым и специалистам успешно решить сложную техническую проблему по созданию крупногабаритного корпуса, работающего под высоким давлением. Проведены большие работы по определению прочности корпуса реактора, обоснованию выбора материала, разработана технология и создано уникальное оборудование для изготовления штатного корпуса. Технический проект корпуса был выполнен советскими учеными и специалистами, которые принимали также непосредственное

участие в исследованиях по выбору материала корпуса, в разработке технологии сварки корпуса. Корпус реактора состоит из цилиндрической части, куполообразного днища, разъемной сферической крышки и служит для размещения в нем активной зоны и других узлов реактора. Наружный диаметр корпуса по цилиндрической части 5100 мм, высота корпуса 20 120 мм, толщина стенки 150 мм. Материалом корпуса является котельная сталь. В настоящее время заканчивается изготовление штатного корпуса.

Одной из проблем, которая была успешно решена, явилась разработка и создание тяжеловодного алюминиевого бака. Технический проект и расчет тяжеловодного бака были сделаны специалистами СССР, а рабочее проектирование выполнено совместно чехословацкими и советскими конструкторами и технологами. Изготовление бака осуществляется в ЧССР под руководством и при участии советских специалистов. Материалы, необходимые для изготовления алюминиевого бака, поставляются СССР.

Учеными и специалистами обеих стран совместно разработаны все основные узлы АЭС: парогенераторы, циркуляционные газодувки, паровые турбины, трубопроводы, органы управления и защиты реактора, биологическая защита, арматура первого контура и другое оборудование.

Советский Союз участвует в подготовке кадров специалистов Чехословацкой Социалистической Республики. В СССР были приняты на обучение и прошли стажировку на АЭС свыше 60 инженеров и специалистов из ЧССР.

В соответствии с Соглашением о сотрудничестве в строительстве АЭС в ЧССР СССР поставил для научно-исследовательских и экспериментальных работ, проводимых учеными и специалистами ЧССР, различные материалы, трубы и листы из циркониевого сплава, ядерное топливо в виде охлованных прутков, приборы и физическую аппаратуру.

В Советском Союзе и Чехословацкой Социалистической Республике проводятся ежегодные встречи, совещания и консультации с участием ученых и специалистов обеих стран по вопросам, касающимся разработки различных узлов реактора и АЭС. Происхо-

дит обмен информацией, отчетами и другой технической документацией, связанной с выполнением совместных работ. СССР осуществляет авторский надзор за рабочим проектированием, строительством и монтажом АЭС, а также за наладкой и пуском реактора.

В настоящее время организациями СССР и ЧССР в основном закончены все научно-исследовательские, проектные и опытно-конструкторские работы по реактору и АЭС, что позволяет вести ее строительство и монтаж ускоренными темпами.

В ходе совместного сотрудничества между СССР и ЧССР в строительстве АЭС советскими и чехословацкими учеными, инженерами и специалистами были успешно решены сложные технические проблемы, связанные с разработкой и изготовлением всего комплекса оборудования для первой атомной электростанции ЧССР. За этот период накоплен большой опыт по проектированию, строительству, разработке и созданию различных видов оборудования для АЭС с тяжеловодным реактором и газовым теплоносителем. Чехословацкая промышленность, впервые взявшая на себя решение трудных задач по разработке и изготовлению уникального оборудования для АЭС, на основе полученного опыта освоила производство корпусов высокого давления и другого технологического оборудования.

Придавая большое значение национальной программе развития атомной энергетики в ЧССР, Советский Союз и Чехословацкая Социалистическая Республика считают целесообразным и в дальнейшем расширять и углублять сотрудничество в этой важной для ЧССР области. С этой целью между СССР и ЧССР в ноябре 1966 г. было подписано Соглашение о дальнейшем расширении сотрудничества в развитии атомной энергетики в ЧССР. Новое Соглашение предусматривает продолжение сотрудничества советских и чехословацких ученых, инженеров и специалистов по улучшению технико-экономических показателей атомных электростанций, а также дальнейшее развитие исследований в области усовершенствования тяжеловодных энергетических реакторов с газовым теплоносителем.

Е. КОРОБЕЙНИКОВ

Каирский атомный центр и научно-техническое сотрудничество Советского Союза с Объединенной Арабской Республикой

Сотрудничество Советского Союза и Объединенной Арабской Республики успешно развивается во многих отраслях народного хозяйства.

Одними из первых соглашений, которые заключил СССР с ОАР, были Соглашение о сотрудничестве в деле использования атомной энергии в мирных целях и Дополнительное соглашение о строительстве экспериментального атомного реактора. В соответствии с этими соглашениями ОАР была передана разработанная в Советском Союзе необходимая проектная документация на строительство экспериментальных ядерных установок; поставлено основное технологическое оборудование, большое число физических, дозиметрических, электронных и контрольно-измерительных приборов, специальные станки с дистанционным управлением для операций с отработанными тепловыделяющими элементами; манипуляторы, позволяющие про-

водить всевозможные работы с облученными материалами на расстоянии, безопасном для обслуживающего персонала, и т. д. Советским Союзом также было поставлено топливо из обогащенного урана для ядерного реактора.

В 1958 г. в 40 км от Каира начались основные работы по строительству национального научно-исследовательского атомного центра. По окончании строительного-монтажных работ были осуществлены наладка и пуск установок в эксплуатацию. Советские и египетские инженеры тщательно проверили каждый смонтированный узел, работу систем автоматического регулирования, контрольно-измерительных и дозиметрических приборов и др.

1961 г. явился завершающим годом строительства и пуска в эксплуатацию оборудования Атомного центра ОАР. В марте был сдан в эксплуатацию поставленный