

Сообщение из Японии: Опыт использования ядерной энергии, перспективы и планы

К 1995 г. Япония планирует производить на своих АЭС 35% всей электроэнергии страны

Такаши Мукайбо

Прошло 30 лет с момента принятия в Японии национальной программы научных исследований и разработок в области мирного использования ядерной энергии. В 1955 г. были приняты основные законы, регламентирующие развитие и строго ограничивающие применение атомной энергии мирными целями. С тех пор вся ядерная деятельность Японии осуществляется в рамках этих законов.

Япония как страна, обладающая скудными энергетическими ресурсами, надеется, что ядерная энергия будет играть важную роль в энергоснабжении страны в будущем. Кроме того, Япония — единственная страна, пострадавшая от атомного оружия, и она всегда придавала самое большое значение вопросам ядерной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации ядерных установок.

Япония обладает скудными природными ресурсами урана, поэтому эффективное использование урана — еще одна цель в развитии национальной ядерной энергетики.

Развитие ядерной энергетики требует долгосрочного планирования, поэтому правительство Японии разработало Долгосрочный план исследований, разработок и использования ядерной энергии, который периодически пересматривается (примерно через 5 лет) с учетом последних достижений в области ядерной энергии и других факторов. Комиссия по атомной энергии (КАЭ) уже приступила к пересмотру существующего плана.

Развитие ядерной энергетики

В 1957 г. в целях ускорения развития ядерной энергетики японское правительство приняло решение сделать упор на передаче технологий из-за рубежа. На первой построенной коммерческой АЭС был установлен реактор с графитовым замедлителем и газовым охлаждением мощностью

166 МВт (эл.) британской конструкции типа реактора в Калдер Холле. Технология реакторов с кипящей водой была получена из США, и Японский научно-исследовательский институт атомной энергии (JAERI) построил в Токаймуре (городе, расположенном примерно в 100 км севернее Токио) энергетический демонстрационный реактор такого типа мощностью 12,5 МВт (эл.). В основном, он использовался для обучения и подготовки операторов. Эксплуатация этого реактора была прекращена в 1976 г., и в настоящее время он служит в качестве демонстрационной установки по разработке технологий для снятия энергетических реакторов с эксплуатации.

Развитие легководных реакторов в Соединенных Штатах Америки послужило основой для принятия Японской компанией по атомной энергии (совместное предприятие девяти электроэнергетических компаний) решения об импорте из США реактора с кипящей водой мощностью 357 МВт (эл.). Это был первый коммерческий легководный энергетический реактор в Японии. С тех пор на всех коммерческих АЭС Японии устанавливаются легководные реакторы. За эти 30 лет японская ядерная промышленность стала самостоятельной (за исключением некоторых специальных компонентов и программного обеспечения). В настоящее время в стране в общей сложности эксплуатируются 32 коммерческих энергетических реактора общей мощностью около 25000 МВт (эл.), что составляет примерно 16 % энергетических мощностей всех электростанций страны. АЭС поставляют 26 % электроэнергии и примерно 8 % всей энергии, потребленной в Японии в 1985 финансовом году (с апреля 1985 г. по март 1986 г.).

Планы дальнейшего роста

После двух нефтяных кризисов 70-х годов Япония предприняла максимальные усилия по сниже-

Д-р Мукайбо — исполняющий обязанности председателя КАЭ Японии, расположенной в Токио.

Часть АЭС „Фукусима-1“ фирмы „Токио электрик пауэр компани“. (Фото КАЭ Японии)



Каскадная центрифуга на заводе по обогащению урана в Японии. (Фото КАЭ Японии)

нию потребления энергии и развитию альтернативных энергетических источников для обеспечения будущих поставок энергии. Эта проблема, как считают, не поддается прогнозированию, так как ее решение зависит от экономической и политической ситуации в мире. В соответствии с правительственными перспективными оценками энергоснабжения общие мощности ядерной энергетики (в основном, для производства электроэнергии) к 1995 г. должны возрасти до 48000 МВт (эл.). Как ожидается, с помощью ядерной энергии будет производиться 285 ТВт·ч в год, или 35 % всей произведенной энергии.

На начальном этапе внедрения легководных реакторов в Японии многие станции столкнулись с серьезными техническими проблемами. К их числу относится коррозионное растрескивание труб первого контура под напряжением и температурное растрескивание под напряжением перфорированных внутрикорпусных устройств в реакторах с кипящей водой, а также течи в трубах парогенераторов и коррозионное растрескивание под напряжением чехлов стержней управления и защиты в реакторах с водой под давлением.

В период с 1975 по 1977 гг. коэффициент использования установленной мощности АЭС в Японии в среднем упал до 40%. Однако в дальнейшем в результате предпринятых контрмер (например, замена дефектных компонентов, изменения в конструкционных материалах, усовершенствование методов сварки, контроля за качеством воды и инспекционной технологии) надежность станций возросла. В последние три года коэффициент

использования установленной мощности составил в среднем 70 % (76 % в 1985 финансовом году).

В 1979 г. авария на АЭС „Три Майл Айленд“ продемонстрировала важную роль человеческого фактора в обеспечении ядерной безопасности. Мы также поняли важность взаимоотношений в системе „человек—машина“ и вопросов управления эксплуатацией АЭС.

Япония признает важность обмена информацией об инцидентах и авариях на ядерных установках. Японские электроэнергетические компании участвуют в программе информационного обмена с Институтом по проблемам ядерной энергетики (INPO) в США. Кроме того, Япония принимает участие в Информационной системе по инцидентам на АЭС (IRS) Агентства по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития.

Усовершенствование легководных реакторов

Поскольку период внедрения и освоения технологии легководных реакторов оказался продолжительнее, чем это ожидалось, еще больший приоритет в Японии получили вопросы усовершенствования легководных реакторов, которые преследуют следующие цели:

● **Снижение затрат на строительство.** Цены на уголь (в основном, импортируемый) упали, следовательно, экономические преимущества ядерной энергии уменьшились, по сравнению с энергией, получаемой от электростанций, работающих на угле. Однако, согласно прогнозам, цены на органическое топливо в будущем возрастут, поэтому считается, что ядерная энергетика сможет удержать свое экономическое превосходство.

В производстве электроэнергии атомными электростанциями доля капитальных затрат в общих расходах на производство электроэнергии составляет 70 %, поэтому сокращение затрат на строительство является ключевым вопросом в деле повышения экономических показателей. Пред-

Коммерческие АЭС Японии

	Количество	Энергогенерирующая мощность, МВт (эл.)
<i>В эксплуатации</i>		
Реактор с газовым охлаждением	1	170
Реактор с кипящей водой	16	12910
Реактор с водой под давлением	15	11440
Итого:	32	24520
<i>Существующие и будущие установки</i>		
Реактор с кипящей водой	8	8240
Реактор с водой под давлением	8	7930
Итого:	16	16170

Источник: КАЭ Японии.

принимаются следующие усилия, направленные на уменьшение затрат на строительство: 1) стандартизация и усовершенствование конструкции станций; 2) сокращение периода строительства; 3) усовершенствование методов материально-технического снабжения; 4) увеличение мощности станций.

● **Сокращение сроков проведения обычных инспекций.** В настоящее время для проведения обычных инспекций на АЭС мощностью 1100 МВт требуется около 90 дней. Период проведения инспекций будет сокращен благодаря использованию автоматических дистанционно управляемых приборов и рационализации инспекционного процесса. Цель — сократить инспекционный период до 60–70 дней на существующих станциях и до 45–60 дней на новых проектируемых установках.

● **Увеличение годового цикла эксплуатации станций.** Годовой цикл эксплуатации существующих станций был увеличен с 9 до 12 месяцев; в настоящее время ведутся исследования, направленные на его дальнейшее увеличение до 15–18 месяцев (путем увеличения глубины выгорания топлива, внедрения топлива с улучшенными характеристиками и повышения его надежности). Эти меры, как ожидается, позволят повысить средний коэффициент использования установленной мощности до 80–85 %.

● **Усовершенствование топлива.** Благодаря улучшению конструкции и технологии производства тепловыделяющих элементов и совершенствованию процедур управления эксплуатацией АЭС количество поврежденных ТВЭЛов снизилось до одного со 100000. Использование циркония в качестве оболочки ТВЭЛов, контактирующей с топливом, позволит еще больше сократить число дефектных ТВЭЛов и облегчить последующие загрузки топлива. Увеличение числа водяных полостей или использование водяных полостей большего диаметра также должно повысить эффективность выгорания топлива.

● **Другие цели.** С экономической точки зрения для увеличения общего производства электроэнергии важно продлить срок службы станций. Следовательно, нужно разработать методы прогнозирования и продления сроков службы АЭС.

Ядерная безопасность

На всех этапах развития ядерной энергии в первую очередь всегда рассматривались вопросы обеспечения безопасности. Эта политика четко изложена в Основном законе об атомной энергии. Как правило, достигается это с помощью: 1) мер по обеспечению безопасности ядерных установок; 2) использования систем дозиметрического контроля за окружающей средой для раннего обнаружения аномального повышения уровня радиоактивности; 3) крупномасштабных исследований и испытаний в целях обеспечения безопасности; 4) подготовки персонала; 5) регламентирующей

Потребности Японии в природном уране и перспективы на будущее

Финансовый год		1984	1985	1990
Ядерно-энергетические мощности, МВт (эл.)	Потребности	21000	25000	33000
	Годовые	6400	5900	11000
	Кумулятивные	55000	61000	100000

* В коротких тоннах U_3O_8 . Одна короткая тонна U_3O_8 эквивалентна 0,7693 метрической тонны урана.

системы, управляемой центральным правительством и местными властями; 6) осведомленности управляющих и операторов в области безопасности.

Для укрепления регламентирующей системы в 1978 г. была создана Комиссия по ядерной безопасности. Она отделена от Комиссии по атомной энергии и действует достаточно независимо от других правительственных организаций, занимающихся вопросами развития ядерной энергетики. Япония имеет прекрасный опыт безопасного использования ядерной энергии — не было ни одного случая, когда общественности грозила бы радиационная опасность со стороны ядерных установок. Каждый раз, когда за рубежом происходила крупная ядерная авария, Комиссия по ядерной безопасности создавала специальный комитет по изучению этой аварии и использованию полученного опыта для усовершенствования системы безопасности в Японии.

Реакция на аварию на Чернобыльской АЭС

Недавняя авария на Чернобыльской АЭС потрясла японский народ. Через несколько дней после аварии системы дозиметрического контроля зарегистрировали выпадение радиоактивных осадков в Японии. Благодаря тому, что уровень их радиоактивности был очень низким, они не нанесли вреда здоровью людей и окружающей среде. Этот случай напомнил нам, что авария на атомном реакторе может оказать глобальное воздействие на окружающую среду.

Учитывая разницу в конструкции используемых реакторов, регламентирующие власти Японии пришли к выводу, что нет необходимости принимать какие-либо срочные меры для обеспечения безопасности эксплуатации АЭС в Японии. Для разработки долгосрочных мер Комиссия по ядерной безопасности создала специальный комитет по изучению аварии на Чернобыльской АЭС. В настоящее время этот комитет изучает отчет, представленный Советским Союзом в МАГАТЭ.



29 октября в Токио состоялась встреча премьер-министра Японии Ясухиро Накасонэ (справа), министра иностранных дел Мицубаяси (слева) и Генерального директора МАГАТЭ Бликса для обсуждения международного сотрудничества и мирного развития ядерной энергетики. Во время встречи г-н Накасонэ лично заверил д-ра Бликса в поддержке его страной деятельности Агентства, особенно расширенной программы в области ядерной безопасности, разработанной в связи с Чернобыльской аварией. Они обсудили также сотрудничество Японии по мерам в области гарантий и по программам технической помощи. Д-р Бликс находился в Японии в связи с 30-й годовщиной мирного использования ядерной энергии в этой стране. В своей речи в Токио 31 октября в связи с указанной годовщиной д-р Бликс выразил удовлетворение тем, что Япония добилась значительных успехов и постоянно поддерживает международное сотрудничество в данной области. Он особо отметил тот факт, что с 1980 г. страна добилась „замечательных результатов“ в повышении эксплуатационных показателей АЭС и что правительство Японии придает большое значение вопросам безопасности. (Фото Канцелярии премьер-министра Японии).

Япония в основном согласна с выводами Токийского совещания (май 1986 г.) и совещания экспертов МАГАТЭ (август 1986 г.), касающимися международного сотрудничества с целью повышения ядерной безопасности в рамках мероприятий МАГАТЭ. Однако в отношении бюджета и людских ресурсов требуется провести дополнительное обсуждение.

Ядерный топливный цикл

Важную роль играет вопрос гарантированных стабильных поставок ядерного топлива и дальнейшего улучшения экономических показателей работы реакторов (см. прилагаемую таблицу существующего спроса и перспектив до 1990 г.). Постав-

ки необходимого для эксплуатации АЭС урана осуществляются из-за границы на основе долгосрочных контрактов, которые охватывают период до конца 90-х годов. Кроме того, для обеспечения стабильности поставок в течение как можно более длительного периода компания „Пауэр реактор энд нуклиар фьюэл девелопмент корпорейшн“ (PNC) и ряд частных предприятий ведут разведку месторождений урана за рубежом.

Японские электроэнергетические компании подписали контракты на обогащение урана с Соединенными Штатами Америки и Евродифом. Кроме того, в стране осуществляется разработка собственных технологий обогащения. Была построена и уже несколько лет успешно эксплуатируется опытная центрифужная установка по обогащению урана. PNC строит в настоящее время более круп-

ную установку. Частные предприятия планируют построить еще одну крупную установку (ожидается, что она будет промышленного масштаба), в которой будет использована усовершенствованная технология PNC.

Переработка отработавшего топлива

В целях наиболее полного использования импортного топлива национальная политика в области ядерной энергии предусматривает переработку отработавшего топлива и использование в качестве топлива извлеченного плутония и урана.

Хотя институт JAERI проводил соответствующие исследования, для ускорения программы и достижения промышленного уровня технология обогащения будет импортирована из Франции. Первая японская установка по переработке с производительностью 0,7 т отработавшего топлива в день была построена в Токай-муре, а ее опытная эксплуатация началась в 1977 г. К концу 1985 г. в общей сложности было переработано 253 т отработавшего топлива.

Для удовлетворения возрастающих потребностей в переработке было образовано частное предприятие, занимающееся строительством установки промышленного масштаба. На севере главного японского острова Хонсю планируется построить завод, способный перерабатывать 800 т топлива в год. Пуск этого завода запланирован на 1995 г.

Разработка усовершенствованных энергетических реакторов

В будущем усовершенствованные реакторы будут играть значительную роль в производстве энер-

гии. Компания PNC построила и успешно эксплуатирует экспериментальный быстрый реактор-размножитель „Jojo” мощностью 100 МВт (теп.). Строится еще один быстрый реактор-размножитель „Monju” мощностью 280 МВт (эл.); планируется, что он достигнет критичности в 1992 г.

PNC разработала (в качестве национального проекта) и построила реактор нового типа — усовершенствованный тепловой реактор (ATR), в котором тяжелая вода является замедлителем, а легкая вода — теплоносителем. В качестве топлива в реакторе планируется использовать плутоний и обедненный уран. PNC построила усовершенствованный тепловой реактор „Fugen” мощностью 165 МВт (эл.), который успешно эксплуатируется с момента его пуска в 1979 г.

С учетом опыта эксплуатации реактора „Fugen” был сконструирован более крупный усовершенствованный тепловой реактор мощностью 600 МВт (эл.), который будет построен в северной части Японии. Сдача этого реактора в эксплуатацию запланирована на начало 90-х годов.

В силу того, что разработка коммерческих быстрых реакторов-размножителей в Японии и в других странах отстает от ранее намеченного графика, национальная политика в области ядерной энергии предусматривает повторное использование накопленного плутония в цикле других реакторов в максимально возможных масштабах. В этих целях разрабатываются два проекта. Один из них направлен на повторное использование накопленного плутония в цикле усовершенствованных тепловых реакторов, а другой — в цикле легководных реакторов.

