

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Инж. С.Д. Джумаев, канд. техн. наук. Г.А. Жемчугов, инж. А.В. Петров

«АТОМНОЕ» НАПРАВЛЕНИЕ НПП ВНИИЭМ. ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ

Разработка электрооборудования для атомных электрических станций (АЭС) является одним из основных направлений деятельности НПП ВНИИЭМ на протяжении более чем полувека.

С момента начала строительства АЭС с реакторами типа ВВЭР различной установленной мощности НПП ВНИИЭМ традиционно являлся разработчиком и поставщиком электрооборудования систем управления и защиты (СУЗ) для этих объектов. В разные годы зоны проектирования и объемы поставляемого оборудования претерпевали изменения. В середине 80-х годов, например, на АЭС с реакторами ВВЭР малой мощности (до 440 МВт) НПП ВНИИЭМ поставляло не только традиционное оборудование управления приводами органов регулирования (ОР), но и в полном объеме оборудование аварийной защиты – исполнительную и иницирующую части АЗ. НПП ВНИИЭМ был поставщиком электрооборудования СУЗ для всех строящихся в то время энергоблоков как на территории СССР, так и за рубежом. В настоящее время оборудование, разработанное ВНИИЭМ, эксплуатируется более чем на 50-ти энергоблоках АЭС.

В конце 60-х годов прошлого столетия в СССР был разработан новый тип реакторов – РБМК-1000. Его появление было обусловлено в первую очередь тем, что промышленность Советского Союза не могла выпускать в достаточных количествах оболочку реактора ВВЭР, и этот фактор сдерживал рост производства атомными станциями электроэнергии на европейской части страны. Реактор РБМК в такой оболочке не нуждался, его сборка производилась на площадке; его установленная электрическая мощность с самого начала более чем вдвое превосходила мощность эксплуатируемых реакторов ВВЭР-440.

Однако РБМК вследствие конструктивных просчетов с самого начала представлял собой объект управления с положительными обратными связями (в частности по температуре графита). Реакторы подобного типа для обеспечения безопасной эксплуатации требовали огромного объема физических расчетов, следствием чего явилось создание систем централизованного контроля «СКАЛА», построенных на базе средств вычислительной техники, разработанных в НПП ВНИИЭМ. В период с 1973 по 1991 годы системы «СКАЛА» были внедрены на 15-ти энергоблоках в России и на Украине.

После аварии в Чернобыле строительство АЭС в СССР, и особенно на территории России, было практически заморожено. В период с 1987 по 2001 год было введено в эксплуатацию всего 5 энергоблоков, из них лишь один с реактором типа РБМК-1000.

Между тем и Европа, и Америка в 90-е годы пришли к выводу, что именно атомная энергетика позволяет реализовать дешевый способ производства электроэнергии, обеспеченный топливом на сотни лет вперед, в отличие, например, от тепловых и электростанций.

И именно в середине 90-х годов в странах, начинающих развивать атомную энергетiku, проявился интерес к российским атомным технологиям. Результатом этого стало заключение контрактов на сооружение 5-ти энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 в Иране, Китае и Индии. Эти контракты, по сути дела, возродили атомную отрасль в России, позволив ей остаться «на плаву» и сохранить свой научно-технический потенциал в условиях экономического застоя российской атомной энергетики.

При отсутствии строительства новых блоков в России эксплуатируемые АЭС начинали подходить к назначенному сроку службы, и необходимо было решать их судьбу. В первую очередь это касалось реакторов типа РБМК-1000. Несмотря на их потенциальную опасность, они вырабатывали около 8% электроэнергии страны, причем в ее европейской части, испытывающей наибольший дефицит энергоресурсов. Блоки первого поколения (1-й и 2-й блоки Ленинградской АЭС и 1-й, 2-й блоки Курской АЭС) могли после аварии в Чернобыле использоваться лишь на 70% своей номинальной мощности.

Обследования, проведенные российскими специалистами, показали, что срок эксплуатации незаменимых элементов энергоблока

может быть продлен на 10-15 лет, при этом первоочередной задачей была задача обеспечения их безопасной эксплуатации. На реакторах РБМК-1000 это означало полную реконструкцию всех спецсистем, в число которых входила и система «СКАЛА». В 2002 г. была принята правительственная программа на период с 2004 по 2010-е годы по реконструкции спецсистем девяти энергоблоков АЭС с реактором типа РБМК-1000. В силу объективных обстоятельств сроки выполнения этой программы были скорректированы, однако нет сомнений, что выполнение этого решения будет продолжено.

В частности, в настоящее время произведена реконструкция спецсистем на блоках №1 и №2 Курской АЭС и №1 и №2 Ленинградской АЭС. В рамках работ по реконструкции указанных энергоблоков внедрена информационно-измерительная система «Скаламикро», предназначенная для замены СЦК «СКАЛА». Все ограничения по мощности, установленные ранее, сняты. Кроме того, рассматривается вопрос об использовании этих блоков на мощности до 120% от номинальной. Обоснование этому должны подготовить материаловеды и физики. Однако не секрет, что реактор типа РБМК-1500 мало чем конструктивно отличается от своего предшественника, поэтому можно утверждать, что работа на повышенной мощности может привести лишь к снижению срока службы реакторной установки.

На энергоблоках с реакторами ВВЭР малой мощности столь масштабных работ по реконструкции в рамках работ по продлению службы не выполнялось. Два первых блока Нововоронежской АЭС с реакторами ВВЭР-230 были закрыты еще в 80-е годы, а глобальная реконструкция систем управления и защиты на энергоблоках с реактором типа ВВЭР-440 экономически невыгодна.

Таким образом, можно констатировать, что эволюция разработки электрооборудования для АЭС в НПП ВНИИЭМ определялась в последние годы в основном двумя факторами:

- наличием договорных обязательств России по сооружению за рубежом АЭС с реакторами ВВЭР-1000, результатом которых явилась разработка комплекса электрооборудования СУЗ нового поколения и систем управления перегрузочных машин;
- модернизацией информационно-управляющих систем на российских энергоблоках с реактором типа РБМК-1000.

В рамках государственных обязательств России разработано и изготовлено электрооборудование СУЗ нового поколения для пяти

энергоблоков (для двух блоков АЭС «Тяньвань» в Китае, двух блоков АЭС «Куданкулам» в Индии и для 1-го блока АЭС «Бушер» в Иране). Кроме того, аналогичное оборудование было введено в эксплуатацию на 3-м энергоблоке №3 Калининской АЭС и на 5-м и 6-м блоках АЭС «Козлодуй» в Болгарии (в рамках модернизации оборудования системы группового и индивидуального управления).

Статистика опыта эксплуатации показывает высокую надежность оборудования, разработанного НПП ВНИИЭМ: практически отсутствуют отказы типовых элементов замены собственной разработки и изготовления НПП ВНИИЭМ, имевшие место нарушения в работе информационной сети в основном были связаны с дефектами покупного программного обеспечения. В качестве примера можно отметить, что за весь 2005 г. на Ленинградской АЭС не было отказа ни одного (!) узла, входящего в состав системы «Скаламикро». Кроме того, по результатам эксплуатации системы «Скаламикро» проведены работы по уточнению показателей надежности, определенных расчетным методом при проектировании. Статистика и результаты расчетов также приведены в данном сборнике.

В ближайшее десятилетие для развития «атомного» направления в НПП ВНИИЭМ есть два основных мощных фактора:

- необходимость модернизации действующих АЭС в связи с истечением назначенного срока службы;
- принятие Федеральной целевой программы «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007 - 2010 годы и на перспективу до 2015 года».

В рамках работ по реконструкции действующих АЭС в настоящее время планируются работы по реконструкции системы управления и защиты 5-го энергоблока Нововоронежской АЭС, 1-го и 2-го энергоблоков Калининской АЭС и 1-го энергоблока Балаковской АЭС, сроки службы которых истекают с период с 2010 до 2016 года.

Однако обеспечить страну на длительную перспективу дешевой электроэнергией только за счет реконструкции действующих энергоблоков АЭС без ввода в эксплуатацию новых невозможно, кроме того, это неминуемо приведет к полной потере потенциала атомной энергетики России. Именно по этой причине была принята Федеральная целевая программа. По этой программе ключевым условием устойчивого экономического роста и повышения качества жизни

ни населения является стабильное и гарантированное обеспечение экономики страны энергоресурсами. В этой программе основная роль отводится атомной энергетике, обеспечивающей:

- стабильное производство электроэнергии в условиях, не связанных с динамикой мировых цен на топливо, способствующее сохранению макроэкономической стабильности и энергетической безопасности;
- замещение углеводородов как ценного химического сырья и стратегического экспортного товара в топливном балансе страны, снижение техногенной нагрузки на окружающую среду путем сокращения выбросов парниковых газов, что способствует реализации положений Киотского протокола;
- ввод новых энергоблоков АЭС, оснащенных серийной продукцией атомного энергопромышленного комплекса России;
- укрепление позиций и конкурентоспособности атомного энергопромышленного комплекса России на мировых рынках;
- обеспечение научно-производственной базы для развития потенциала в области ядерной, радиационной и экологической безопасности.

При реализации Федеральной целевой программы предусматривается:

- достройка двух энергоблоков с реакторами типа ВВЭР-1000 (2-й энергоблок Ростовской АЭС и 4-й энергоблок Калининской АЭС) со сроками ввода в эксплуатацию соответственно в 2009 и 2011 гг.;
- сооружение в год двух типовых энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 с циклом строительства 5 лет, первыми в этой серии будут энергоблоки второй очереди Нововоронежской и Ленинградской АЭС со сроками ввода в эксплуатацию в 2012 и 2013 гг.;
- строительство энергоблока с реакторной установкой типа БН-800 на Белоярской АЭС (планируемый срок ввода в эксплуатацию - 2012 г.).

В период реализации программы планируется ввести в эксплуатацию 10 новых энергоблоков общей установленной электрической мощностью около 10 ГВт, при этом еще 10 энергоблоков будут находиться на различных стадиях строительства.

Программа очевидно ориентирована на АЭС с реакторами ВВЭР-1000, кроме того, предусматривается строительство энергоблока с реактором на быстрых нейтронах БН-800. При этом не пре-

дусматривается достройка еще двух блоков высокой степени готовности – блока №5 Балаковской АЭС и блока №5 Курской АЭС. В частности из всех ныне законсервированных блоков именно последний имеет наибольшую степень готовности и требует минимальных затрат, не превышающих стоимость работ по реконструкции спецсистем любого другого блока с реактором типа РБМК-1000.

Вопрос подготовки квалифицированного персонала является одним из основных. Можно много говорить о настоящих причинах катастрофы в Чернобыле, к числу которых относятся конструктивные особенности реакторной установки, однако результаты партнерских проверок, которые регулярно проводились и проводятся до сих пор, со всей ясностью показывали, что персонал Чернобыльской АЭС не осознавал всю степень ответственности, которая лежала на его плечах при эксплуатации энергоблока с реактором типа РБМК-1000. Дефицит квалифицированного ремонтного персонала в настоящее время наблюдается и на блоке №3 Калининской АЭС, где эксплуатируется современная АСУ ТП, не имеющая аналогов в России.

При реализации Федеральной целевой программы планируется использовать наиболее эффективные проектные решения, принятые при строительстве АЭС в Китае, Индии и на 3-м блоке Калининской АЭС, а также проработанные для проекта ВВЭР-1500. В частности предлагается сохранить существующую структуру АСУ ТП с более широким применением цифровой техники. По существу, предлагается тиражирование технических средств, примененных в этих проектах. При этом не принимается во внимание тот факт, что тиражирование АСУ ТП энергоблоков практически невозможно из-за быстрого изменения элементной базы, особенно в части вычислительных средств, применяемых на блочном пункте управления. Любая попытка слепого тиражирования приведет лишь к дальнейшей потере конкурентоспособности на мировых рынках.

НПП ВНИИЭМ, разрабатывающий оборудование СУЗ для всех российских и зарубежных АЭС с реакторами ВВЭР, сооружаемых по российским проектам, имеющий огромный опыт реконструкции СЦК «СКАЛА» для АЭС с реакторами РБМК, имеет огромное преимущество перед остальными российскими поставщиками для участия в реализации Федеральной целевой программы.

За последние десять лет деятельность предприятия определяли два основных фактора: продление срока службы энергоблоков АЭС с реактором типа РБМК-1000 и строительство энергоблоков АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 в России и за рубежом. За это время произведены поставки оборудования на 13 энергоблоков, из них в настоящее время 9 объектов сданы в эксплуатацию.

Основными направлениями деятельности НПП ВНИИЭМ в новых проектах АЭС с реакторами ВВЭР-1000 будут:

- создание совместно с предприятиями-смежниками единого цифрового комплекса системы управления и защиты, единым поставщиком которого будет НПП ВНИИЭМ;
- переход от применения вычислительных средств в оборудовании 3-го класса безопасности к применению этих средств в оборудовании 2-го класса безопасности (в части разработки иницирующей части защит реактора и запуска систем безопасности), при этом НПП ВНИИЭМ значительно расширяет свою традиционную зону проектирования;
- расширение информационно-диагностической системы и системы информационной поддержки оперативного и ремонтного персонала;
- дальнейшее совершенствование архитектуры программно-аппаратных средств.

Кроме того, в настоящее время разрабатывается проект реконструкции управляющих систем нормальной эксплуатации на энергоблоках №3 и №4 Курской АЭС со сроком внедрения в 2009-2010-х гг. В случае принятия предложений НПП ВНИИЭМ впервые в России будет создана АСУ ТП, интегрированная в состав информационной системы энергоблока и изготавливаемая на единых программно-технических средствах. Опыт применения имеет зачастую решающее значение для выбора поставщика, и опыт, полученный на Курской АЭС, может оказаться решающим козырем в борьбе за перспективный рынок.

В ближайшее десятилетие определяющим фактором нашей деятельности станет участие в реализации Федеральной целевой программы «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007 – 2010-е годы и на перспективу до 2015 года», кроме того, будут продолжаться работы по продлению сроков службы энергоблоков с реактором типа РБМК-1000, возможно участие в строительстве АЭС «Белене» в Болгарии (два энергоблока) и 3-го и

4-го блоков АЭС «Тяньвань» в Китае, 3-го и 4-го энергоблоков на АЭС «Моховце».

Для сохранения конкурентоспособности нашего оборудования на рынке атомной энергетики необходимо постоянно вести работу по совершенствованию поставляемого оборудования, обновлению элементной базы и самое главное по сохранению кадрового потенциала. Только в этом случае НПП ВНИИЭМ сохранит свои лидерские позиции на рынке оборудования для АЭС.