

РАБОТА СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Для реактора РБМК-1000 номенклатура и объем измеряемых и контролируемых параметров были определены схемой теплотехнического контроля РБМК-К9 сб.01 ГЗ. В частности, объем измерения температуры металлоконструкций, графита, охлаждающей воды на выходе каналов СУЗ и др. составлял величину порядка 550 точек.

Объем измерений расхода в топливных каналах и каналах СУЗ составлял 1890 точек; энерговыделения (СФКРЭ и СУЗ) - порядка 300 точек; контроля целостности топливных каналов и каналов СУЗ (КЦТК) - 2044 точек по температуре и 26 групповых точек по влажности газа; контроля герметичности оболочек твэл (КГО) -1661 точку.

В целом объем непосредственно измеряемых параметров имел величину около 4560 аналоговых и 3500 дискретных сигналов. Ряд параметров (например, оперативный запас реактивности, мощность по каждому топливному каналу, паросодержание в нем, коэффициент запаса до кризиса теплообмена, поканальная энерговыработка), непосредственное измерение которых не представлялось возможным, рассчитывались автоматизированной системой централизованного контроля "Скала". При этом объем оперативно контролируемых параметров возрастал до 16500. Однако некоторые важные для безопасности параметры не рассчитывались и не контролировались вообще (например – линейная нагрузка на твэл, запас до кипения на «всасе» ГЦН и др.).

Большинство первичных преобразователей системы технологического контроля не были разработаны специально под условия эксплуатации РБМК. Полученный опыт монтажа и эксплуатации [73,74] средств измерения и контроля вынудил разработчиков искать новые конструктивные и схемные решения. В частности, датчики измерения расхода в топливных каналах "ШТОРМ-32А" были заменены на "ШТОРМ-32М", двух и трехзонные блоки термопар БТ-0170 - на пятизонный ТЭП. По той же причине были введены дополнительная система контроля течи теплоносителя (КТТ), термометрические кассеты. Технологические программы СЦК "Скала" тоже приходилось постоянно модернизировать, поскольку объем и скорость расчета параметров были гораздо ниже эксплуатационных нужд.

Контроль энерговыделения

Для прямого измерения энерговыделения по радиусу и высоте в активной зоне применялись детекторы двух типов, которые устанавливались в технологических каналах реактора в соответствии со схемой расположения измерительных каналов [75]. Сигналы детекторов ДКЭР и ДКЭВ вводились в штатную систему физического контроля энерговыделения (СФКРЭ), а от детекторов типа КТ (камер-деления) – в систему локального регулирования мощности реактора ЛАР-ЛАЗ.

В целом ДКЭ очень часто не отвечали техническим условиям как по ресурсу работы (ДКЭВ - 20000 ч. ДКЭР - 12500 час), так и по метрологическим характеристикам. Отказы ДКЭ были обусловлены, в основном:

- разгерметизацией защитных чехлов по сварным швам;
- снижением сопротивления изоляции ниже 105 Ом (в условиях ионизирующих излучений);
- некачественным изготовлением разъемов;
- коротким замыканием в разъемах.

Для устранения этих причин необходимо было осуществить не только конструктивную доработку, но и выполнить ряд организационных мероприятий по улучшению условий изготовления, хранения, монтажа детекторов. Только в процессе монтажа и наладки количество отбракованных (по разным причинам) ДКЭ достигало 10 %.

Следует отметить недостаточность точек контроля энерговыделения в реакторе. Датчики ДКЭР были установлены только в 130 каналах (примерно в 8% ТК). В остальных 92% каналов с топливом мощность определялась расчетным путем по специальной интерполяционной программе. Контроль распределения мощности по высоте реактора осуществлялся всего 12-ю семизонными датчиками ДКЭВ.

Контроль параметров энергоблока

Система централизованного контроля (СЦК) «Скала» выполняла расчетные функции для обеспечения нормального функционирования реакторного и тепломеханического оборудования энергоблока.

Процесс освоения проектной мощности головного энергоблока на Ленинградской АЭС и дальнейшая эксплуатация блоков на других станциях выявили потребность в более высокой производительности вычислительного комплекса и расширении объема контролируемых параметров, что потребовало

увеличения памяти вычислительного комплекса (состоящего из трех машин В-3М) для введения новых функций.

В процессе своего тиражирования для вновь строящихся блоков «Скала» претерпела ряд изменений, связанных с частичной аппаратурной модернизацией, позволившей расширить оперативную память и ввести новые программные модули оптимального расчета поля энерговыделения по радиусу, а на отдельных блоках и программу выдачи рекомендаций по управлению стержням СУЗ. Эти «рекомендации» не имели успеха у операторов, поскольку их выдача не успевала за изменением поля энерговыделения. Еще отметим, что элементная база, на которой была создана система «Скала», морально устарела еще до пуска первого блока ЛАЭС, а её рабочий ресурс составлял всего 6 лет [76]. Средства отображения информации не отвечали техническому уровню и эргономическим требованиям того времени. И самое главное - выдача результатов расчетов запаздывала от контролируемых событий на 5-10 минут.

Эксплуатационные физические расчеты

Для нормальной работы энергоблоков нужно было регулярно вносить в массив данных блочного вычислительного комплекса «СКАЛА» все изменения, которые произошли в активной зоне реактора. Кроме того, необходимо было регулярно обновлять основу для текущих расчетов по программе «ПРИЗМА» - полный физический расчет активной зоны. Для всех АЭС Минэнерго этот расчет выполнял только НИКИЭТ, монополизировавший эту работу, что создавало задержки с обновлением основы для «ПРИЗМЫ». Только за один год, в период с декабря 1983 года по декабрь 1984 года, для энергоблоков Курской, Чернобыльской и Смоленской АЭС было проведено в общей сложности 177 полных эксплуатационных физических расчетов (ЭФР), часть которых неизбежно содержала ошибки. Такая организация работы делала АЭС заложником Главного конструктора, т.к. расчет выполнялся чужим персоналом, не отвечавшим за объективный контроль параметров энергоблоков.