

Данные по эксплуатации блоков АЭС с реакторами ВВЭР в режимах суточного регулирования графиков нагрузки также очень ограничены. Некоторый опыт имеется на НВАЭС [26] и Кольской АЭС [18]. Однако необходимо отметить, что блоки с ВВЭР-440 привлекались к регулированию суточных графиков нагрузки эпизодически, на небольшие сроки. Для получения достоверных данных по поведению оборудования АЭС в нестационарных режимах работы необходимо проведение длительных (не менее трех лет — из условия оценки работоспособности твэлов, имеющих ресурс работы три года), соответствующим образом организованных и подготовленных натуральных испытаний одного из блоков АЭС с реактором ВВЭР-440, как наиболее освоенного, в режимах суточного регулирования нагрузки энергосистем.

В заключение следует отметить, что опыт эксплуатации энергоблоков АЭС с ВВЭР в переменных режимах свидетельствует о достаточной гибкости и маневренности реакторной и паротурбинной установок, хорошем качестве работы основных регуляторов, больших резервах в оптимизации использования ядерного топлива. Однако все это ни в коей мере не снимает тех задач по увеличению маневренности АЭС с ВВЭР, которые были поставлены в предыдущих главах. Напротив, накопленный опыт позволяет сосредоточить усилия лишь на самых трудных и менее всего исследованных задачах, таких, как повышение надежности твэлов при работе с переменными нагрузками, снижение термических напряжений в элементах конструкции реактора и турбины.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Энергоблоки АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и ВВЭР-440 по своим маневренным характеристикам безусловно обеспечивают возможность регулирования сезонных и недельных графиков нагрузки энергосистем, аварийного регулирования частоты и перетоков активной мощности по линиям электропередач. Отечественный и зарубежный опыт по эксплуатации атомных и тепловых электростанций в переменных режимах позволяет надеяться, что после проведения комплексных исследований влияния переменных нагрузок на работоспособность твэлов и дополнительных расчетов на термоусталостную прочность критических элементов корпуса реактора, парогенератора и турбины, атомные энергоблоки с реакторами ВВЭР могут быть привлечены к плановому регулированию суточных графиков нагрузки в диапазоне 100–70% номинальной мощности со скоростью до 1%/мин.

Наряду с дальнейшим поиском путей повышения маневренности энергоблоков АЭС, по-видимому, было бы целесообразно ряд требований по маневренности приблизить к реально достигнутым характеристикам атомных энергоблоков; прежде всего это относится к глубине и темпу разгрузки-нагрузки при остановках блоков на ночь и в выходные дни. Это

позволить существенно расширить пределы допустимых операций по регулированию параметров энергосистем.

Важная роль в обеспечении безопасной эксплуатации при переменных нагрузках принадлежит основным и вспомогательным регуляторам энергоблока. Поэтому необходимо продолжать работы по совершенствованию регуляторов реактора, турбины и генератора.

Особо следует выделить значение подготовки квалифицированного персонала для АЭС, работающих по переменному графику, так как несмотря на довольно развитую автоматизированную систему управления технологическим процессом на современных АЭС роль человека в ликвидации аварийных ситуаций остается все же главенствующей.

Выполненный комплекс работ по исследованию маневренных характеристик атомных энергоблоков с реакторными установками типа ВВЭР-440 позволил выработать методологию, которая может быть применена как для блоков других типов, так и для блоков с отличной от исследованных мощностью, а также служить основой при определении маневренности и аварийной устойчивости вновь проектируемых АЭС.