

## **Отжиг корпуса реактора ВВЭР 440**

*П. Шрахта, Я. Шик*

ШКОДА ЯМ,

г. Пльзень

Одним из наиболее ответственных элементов конструкции реакторов ВВЭР 440 является корпус реактора. Надежность и работоспособность корпуса во многом определяет безопасность эксплуатации АЭС в целом. Под действием облучения в металле корпуса реактора развиваются радиационные дефекты, приводящие к охрупчиванию металла, то есть к возрастанию и сближению пределов текучести и прочности, сдвигу критической температуры хрупкости в сторону высоких температур, снижению ударной вязкости. Радиационное охрупчивание ограничивает срок безопасной эксплуатации корпуса, так как со временем возрастает вероятность хрупкого разрушения корпуса, особенно в ситуациях, связанных с аварийным расхолаживанием. Радикальным средством, позволяющим решить вопрос о продлении ресурса корпуса, является отжиг металла сварного шва, расположенного на уровне активной зоны. Размер зоны отжига ограничен только областью сварного шва.

В настоящее время в Европе есть только две организации, которые совершили отжиг сварного шва корпусов реактора ВВЭР (типа В 230 и В 213). Это — МОХТ и ШКОДА. Обе организации пользуются "сухим" отжигом. Для нагрева металла отжигаемой зоны в корпус реактора после удаления из него внутрикорпусных устройств и топливных элементов опускается нагревательное устройство. Нагревательное устройство ШКОДА представляет собой сборную конструкцию, состоящую из блока электронагревателей, опорной конструкции и защитной плиты, которая устанавливается на главном разъеме корпуса.

Электронагреватели расположены пятью кольцевыми секциями. Каждая секция снабжена двумя термопарами для контроля температуры корпуса. Температура внешней поверхности корпуса снимается термопарами, которые расположены в четырех точках по периметру и на девяти уровнях в направлении оси корпуса. Они крепятся механически или с помощью магнита. Контроль режима отжига осуществляется автоматически. Система on-line расчета температурных полей и полей напряжений в корпусе информирует о состоянии корпуса во время нагрева, выдержки и расхолаживания.

ШКОДА успешно осуществила отжиг корпусов:

АЭС Богунице (Словакия) — 2 корпуса тип В 230

АЭС Ловиза (Финляндия) — 1 корпус тип В 213

## **Оценка остаточного ресурса технологических каналов реактора РБМК 1 блока ЧАЭС**

*И. Н. Вишнеvский, Э. У. Гриник, С. Д. Мамчич,  
В. И. Чирко, Л. И. Чирко, А. А. Шинаков, Ю. С. Гульчук,  
О. В. Дрогаев, В. Н. Ревка, Ю. В. Чайковский*

Научный центр "Институт ядерных исследований" НАН Украины  
и Госкоматома Украины,  
г. Киев

Безопасная работа реакторных установок РБМК в значительной степени определяется состоянием металла технологических каналов (ТК). Результаты послереакторных исследований ТК после 13 лет эксплуатации в КАЭС и ЛАЭС привели к заключению, что проектный ресурс эксплуатации ТК (30 лет) должен быть существенно сокращен. В этом аспекте представляет интерес состояние ТК после 18 лет эксплуатации в 1-ом блоке Чернобыльской АЭС. Послереакторные исследования проведены на 3-х ТК (верхние и нижние переходники с прилегающими патрубками циркониевых труб и по 3-и патрубка из центральной части ТК), а также на дефектных частях 10-ти ТК, которые были вырезаны во время очередного планово-профилактического ремонта по результатам ультразвукового контроля (УЗК) и измерений внутреннего диаметра в соответствии с регламентом эксплуатации АЭС.

Исследования показали, что состояние всех верхних переходников удовлетворительное. Из 8-ми исследованных нижних переходников два имели сквозной микроскопический дефект длиной ~15 и ~20 мм и с максимальной шириной раскрытия ~24 и ~60 мкм, соответственно. Несклонность стали всех исследованных переходников к МКК и ее высокая пластичность (47-55% при  $T_{ком.}$  и 18-25% при  $T_{экс.}$ ), а также расчеты, сделанные по нашим данным в Институте проблем прочности НАН Украины, свидетельствуют о невозможности хрупкого разрушения.

Таким образом можно сказать, что после 18 лет эксплуатации ресурс технологических каналов, которые работали в штатных условиях и не имеют аварийных повреждений, еще не исчерпан и они могут работать в течение нескольких лет при строгом выполнении регламентного контроля.