

УДК 67.019:621.039

**Герасимов О.І., Андріанова І.С., Курятников В.В., Співак А.Я., Жданов А.М.
(Україна, Одеса)**

ЩОДО ПРОБЛЕМИ РАДІАЦІЙНОГО ОХРУПЧУВАННЯ В РЕАКТОРНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Серед матеріальних потреб індустріального суспільства першорядну роль грають потреби в матеріалах і енергії. По мірі виснаження ресурсів органічного походження, які використовуються в енергетиці, зростають потреби людства в атомній енергетиці, і в суспільстві, що вступило на інтенсивний шлях розвитку, завдання нарощування потужностей атомних електростанцій (АЕС) і, одночасно, забезпечення їхньої безпечної експлуатації стає винятково актуальною. На сьогодні в Україні перебуває в експлуатації 13 ядерних енергоблоків із реакторами типу ВВЕР-1000, тому безпека атомних енергетичних установок, у першу чергу, визначається надійністю бар'єрів, що втримують продукти ядерних реакцій від поширення в навколишньому середовищі. Найбільш важливим бар'єром, призначеним для втримання радіоактивності, є корпус реактора, який представляє собою складну інженерну конструкцію у вигляді товстостінної посудини, що працює під тиском теплоносія. Основною вимогою до корпусу реактора є збереження цілісності при штатних умовах експлуатації та будь-яких проектних аваріях. Радіаційний ресурс корпусу реактора значною мірою визначає експлуатаційний ресурс водо-водяних енергетичних реакторів (ВВЕР), тому безпечна експлуатація АЕС із реакторами ВВЕР визначається поведінкою матеріалів корпусів реакторів в умовах одночасного впливу потоку нейтронів і високих температур. Вплив інтенсивних потоків іонізуючого випромінювання приводить до значних змін механічних властивостей металів. Найнебезпечнішими з них є втрата пластичності й збільшення схильності металу до крихкого руйнування. І виходячи з того, що корпус реактора не підлягає заміні в зв'язку з технічною й економічною доцільністю, важливо знати фактичний стан корпусу реактора. Незважаючи на значні досягнення у вивченні впливу нейтронного випромінювання на механічні властивості різних матеріалів, стан науки про радіаційне пошкодження на сьогодні такий, що не представляється можливим із необхідною вірогідністю прогнозувати крихкість сталі складної структури в умовах тривалої експлуатації корпусу реактора. Причиною є велика різноманітність факторів, що впливають на величину крихкості сталі, серед яких і металургійні фактори, пов'язані з виготовленням сталі, і умови опромінення сталі за весь період експлуатації корпусу реактора, до яких відноситься температурний режим опромінення, щільність потоку, і форма спектра нейтронів, час опромінення й т.д.

Через те, що механізми радіаційної крихкості корпусних сталей і їхніх зварних швів (ЗШ) до кінця не вивчені, вкрай важливим завданням вважається надійний контроль над змінами механічних властивостей корпусу в процесі його експлуатації. Для перевірки стану корпусу реактора й була розроблена програма контролю властивостей металу з використанням зразків-свідків (ЗС) із матеріалу корпусу даного реактора, що є однією з найбільш важливих частин програм по гарантії якості під час експлуатації. По результатах випробувань ЗС дається висновок про фактичний стан корпусу реактора.

У даній роботі представлені результати узагальнення та аналізу отриманих характеристик металу КР та їх змін за результатами випробувань ЗС першого, другого і третього розвантаження ЗС ЗАЕС-2. Визначені здвиги критичної температури крихкості ΔT_F а також коефіцієнти радіаційного охрупчування за всіма наявними представницькими результатами - скоригованими у рамках проекту TAREG даними випробувань комплекту 2Л і даними випробувань комплекту 3Л. Визначені здвиги референтної температури ΔT_0 по результатам випробувань на в'язкість руйнування конструйованих зразків після термічного старіння і нейтронного опромінення. Проведено порівняння радіаційного охрупчування матеріалів КР ЗАЕС-2 з радіаційним охрупчуванням матеріалів КР ВВЕР-1000 України та Росії. Встановлено, що коефіцієнти радіаційного охрупчування A_F для металу зварного шва і основного металу, визначені з довірчою ймовірністю 95 %, дорівнюють 6,3°C і 23,4°C.