

**Л. І. Чирко\*, В. М. Ревка, Ю. В. Чайковський,  
М. Г. Голяк, О. В. Тригубенко, О. В. Шкапяк**

*Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

\*Відповідальний автор: chyrko@kinr.kiev.ua

### **АНАЛІЗ РАДІАЦІЙНОГО ОКРИХЧУВАННЯ МЕТАЛУ ЗВАРНИХ ШВІВ У ДІАПАЗОНІ НАДПРОЕКТНИХ ФЛЮЕНСІВ НЕЙТРОНІВ**

Зроблено порівняння експериментальних значень зсуву критичної температури крихкості  $\Delta T_F$  та референсної температури  $\Delta T_0$  металу зварних швів корпусів реакторів ВВЕР-1000 з підвищеним вмістом марганцю і нікелю. Значення  $\Delta T_F$  та  $\Delta T_0$  визначено за результатами випробувань стандартних зразків Шарпі на ударний вигин і з тріщиною на в'язкість руйнування відповідно. Зразки були опромінені в промислових реакторах у рамках програми зразків-свідків до флюенсів швидких ( $E \geq 0,5$  MeV) нейтронів, що відповідають терміну довгострокової експлуатації АЕС. Результати дослідження показали, що зсуви  $\Delta T_F$  та  $\Delta T_0$  узгоджуються між собою. Крім того, було виявлено, що в діапазоні надпроектних флюенсів проектна модель окрихчування має тенденцію недооцінювати зсув критичної температури крихкості.

*Ключові слова:* корпус реактора ВВЕР-1000, зсув критичної температури крихкості, зсув референсної температури, радіаційне окрихчування.

**L. I. Chyrko\*, V. M. Revka, Yu. V. Chaikovskiy,  
M. G. Goliak, O. V. Trygubenko, O. V. Shkapyak**

*Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

\*Corresponding author: chyrko@kinr.kiev.ua

### **WELD METAL IRRADIATION EMBRITTLEMENT ANALYSIS IN THE RANGE OF OVER-DESIGN NEUTRON FLUENCES**

The comparison of experimental values of the critical brittle temperature  $\Delta T_F$  and reference temperature  $\Delta T_0$  of VVER-1000 reactor vessel weld metal with an elevated content of manganese and nickel is performed.  $\Delta T_F$  and  $\Delta T_0$  values are defined proceeding from the standard impact bend Charpy and Charpy cracked fracture toughness specimen tests, respectively. Specimens were irradiated in industrial reactors in the frame of surveillance specimen program up to the fast ( $E \geq 0.5$  MeV) neutron fluences corresponding to the NPP long term operation period. The research results showed the shifts  $\Delta T_F$  and  $\Delta T_0$  to agree with each other. Besides, it was discovered that in the range of over-design fluences the design embrittlement model has a tendency to underestimate the critical brittle temperature shift.

*Keywords:* VVER-1000 reactor vessel, critical brittle temperature shift, reference temperature shift, irradiation embrittlement.

#### REFERENCES

1. Rules and Regulations in Nuclear Power G-7-002-86. Standards for Strength Calculation of Equipment and Pipelines of Nuclear Power Plants (Moskva: Energoatomizdat, 1989) 524 p. (Rus)
2. Rules and Regulations in Nuclear Power G-7-10-89. Equipment and pipelines for Nuclear Power Plants. Welded joints and surfacing. Control rules. Normative document (Moskva: Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety, 2000) 80 p. (Rus)
3. G.R. Odette, T. Yamamoto, D. Klingensmith. On the effect of dose rate on irradiation hardening of RPV steels. *Philosophical Magazine* 85(4-7) (2005) 779.

Надійшла/Received 20.08.2020