

В. М. Ревка*, Л. І. Чирко

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: vrevka@hotmail.com

ПОРІВНЯННЯ МАЙСТЕР КРИВОЇ З НОРМАТИВНИМ МЕТОДОМ ОЦІНКИ В'ЯЗКОСТІ РУЙНУВАННЯ МЕТАЛУ КОРПУСУ РЕАКТОРА ВВЕР-1000

У роботі розглянуто узагальнену температурну залежність коефіцієнта інтенсивності напружень K_{Jc} для металу корпусу реактора ВВЕР-1000, що отримана за результатами випробувань зразків-свідків на в'язкість руйнування. Досліджено узгодженість форми Майстер кривої та її 95 % верхньої та нижньої довірчих границь з експериментальною залежністю параметрів тріщиностійкості від температури. З точки зору рівня консерватизму та прийнятності проведено порівняння нормативних кривих тріщиностійкості за ПНАЕ Г-7-002-86 та СОУ НАЕК 177:2019 з 5 % довірчою границею Майстер кривої. Розглянуто можливість щодо використання температури RT_0 як температурного індексу замість T_K для нормативної кривої тріщиностійкості СОУ НАЕК 177:2019.

Ключові слова: корпус реактора ВВЕР-1000, сталь 15X2НМФА-А, зразки-свідки, радіаційне окрихчування, критична температура крихкості, в'язкість руйнування, Майстер крива.

V. M. Revka*, L. I. Chyrko

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

*Corresponding author: vrevka@hotmail.com

COMPARISON OF MASTER CURVE WITH NORMATIVE METHOD OF ESTIMATING WWER-1000 REACTOR PRESSURE VESSEL METAL FRACTURE TOUGHNESS

The paper considers the generalized temperature dependence of the stress intensity factor K_{Jc} in the WWER-1000 reactor pressure vessel metal, which was derived based on the surveillance test data for fracture toughness. The consistency of the shape of the Master curve and 95 % upper and lower confidence bounds with the experimental dependence of crack resistance parameters on temperature was studied. From the point of view of the level of conservatism and acceptability, a comparison of the normative curves of fracture toughness according to NPRR (Nuclear Power Rules and Regulations) G-7-002-86 and SOU NNEGEC (Standard of organization of Ukraine, National Nuclear Energy Generating Company) 177:2019 with a 5 % confidence bound of the Master curve was carried out. The possibility of using RT_0 temperature as a temperature index instead of T_K for the normative fracture toughness curve of SOU NNEGEC 177:2019 was considered.

Keywords: WWER-1000 reactor pressure vessel, 15X2NMFA-A steel, surveillance specimens, radiation embrittlement, critical brittleness temperature, fracture toughness, Master curve.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. V. Revka, E. Grynuk, L. Chyrko The use of master curve method for statistical re-evaluation of surveillance test data for WWER-1000 reactor pressure vessels. *Strength Mat.* 42 (2010) 705.
2. [Standard Test Method for Determination of Reference Temperature, \$T_0\$, for Ferritic Steels in the Transition Range. ASTM E1921-19. ASTM Book of Standards. Vol. 03.01:2019.](#)
3. [Use of Fracture Toughness Test data to Establish Reference Temperature for Pressure Retaining Materials. Section XI, Division 1. Code Case N-629 \(New York, ASME, 1999\).](#)
4. Master Curve Fracture Toughness Application for Point Beach Nuclear Plant Unit 2. Consulting Report, ATI-021-030-2003-1 (January 2003).
5. B.-S. Lee. Life extension programme for Kori-1 nuclear power plant. In: Proceedings of Regional workshop on Structure, Systems and Components Integrity. Belo Horizonte, Brazil, 23 - 26 June 2009.
6. Direct Use of Master Fracture Toughness Curve for Pressure-Retaining Materials of Class 1 Vessels. Section XI. Division 1. Code Case N-830 (New York, ASME, 2013).
7. Unified Procedure for Lifetime Assessment of Components and Piping in WWER NPPs "VERLIFE": Technical report, No. COVERS-WP4-D4.10, COVERS project (WP4 Material and Equipment Ageing) (2008) 275 p.
8. Технология реконструкции образцов-свидетелей металла корпусов реакторов ВВЭР-1000: отчет ИЯИ НАН Украины (К., ИЯИ НАН Украины, 2009) 14 с. / Technology of reconstruction of metal witness samples of WWER-1000 reactor pressure vessels: Report of the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, 2009) 14 p. (Rus)

9. ПНАЭ Г-7-002-86. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (Москва: Энергоатомиздат, 1989). / NPRR (Nuclear Power Rules and Regulations) G-7-002-86. Standards for Strength Calculation of Equipment and Pipelines of Nuclear Power Plants (Moskva: Energoatomizdat, 1989). (Rus)
10. СОУ НАЕК 177:2019. Инженерная, научная и техническая поддержка. Методика оценки хрупкой прочности корпусов реакторов ВВЭР (К., ГП НАЭК “Энергоатом”, 2019) 49 с. / SOU NNEGC (Standard of organization of Ukraine, National Nuclear Energy Generating Company) 177:2019. Engineering, scientific, and technical support. Methodology for assessing the brittle strength of WWER reactor pressure vessels (Kyiv, State enterprise NNEGC “Energoatom”, 2019) 49 p. (Rus)
11. M. Brumovsky. Check of Master Curve application to embrittled RPVs of WWER type reactors. [Int. J. Pres. Ves. Pip. 79 \(2002\) 715.](#)

Надійшла/Received 08.01.2024