

О. В. Гриценко¹, В. М. Буканов¹, О. Г. Васильсва¹, В. Л. Демьохін¹, О. М. Пугач^{1*},
В. М. Ревка¹, О. В. Тригубенко², Е. М. Чалий², Ю. В. Чайковський¹

¹ *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

² *Філія «Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр»*

акціонерного товариства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом», Київ, Україна

*Відповідальний автор: o.m.pugach@gmail.com

МОДЕРНІЗОВАНА ПРОГРАМА ЗРАЗКІВ-СВІДКІВ МЕТАЛУ КОРПУСУ РЕАКТОРА ВВЕР-1000 ЕНЕРГОБЛОКА АЕС УКРАЇНИ

Важливим джерелом інформації про зміну властивостей металу корпусу водо-водяного енергетичного реактора в процесі експлуатації є програма зразків-свідків металу корпусу реактора. Штатна програма, яка виконується на енергоблоках АЕС України забезпечує матеріалознавчий супровід безпечної експлуатації корпусу ВВЕР-1000 до закінчення проєктного терміну служби. Тому нормативні документи, діючі в атомно-енергетичному комплексі України, вимагають розробки і реалізації додаткових програм зразків-свідків, які б, насамперед, забезпечували випереджаюче опромінення зразків-свідків порівняно з корпусом реактора. Для вирішення цієї задачі розроблені програми модернізації одноярусних контейнерних збірок зі зразками, які опромінюються на штатних місцях у реакторах ВВЕР-1000. Перехід АЕС України на використання палива виробництва компанії “Westinghouse” призвів до необхідності доопрацювання цих програм. Станом на сьогодні одну з програм модернізації одноярусних контейнерних збірок реалізовано на одному з енергоблоків з реактором ВВЕР-1000.

Ключові слова: ВВЕР-1000, контейнерна збірка, корпус реактора, програма зразків-свідків, понадпроектний період, паливо виробництва компанії “Westinghouse”, флюєнс нейтронів.

О. V. Grytsenko¹, V. N. Bukanov¹, O. G. Vasylieva¹, V. L. Diemokhin¹, O. M. Pugach^{1*},
V. M. Revka¹, O. V. Trygubenko², E. M. Chalyi², Yu. V. Chaikovskiy¹

¹ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Affiliate “Separate Subdivision “Scientific and Technical Center”*,

Joint Stock Company “National Nuclear Energy Generating Company “Energoatom”, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: o.m.pugach@gmail.com

MODERNIZED SURVEILLANCE PROGRAM OF THE VVER-1000 REACTOR PRESSURE VESSEL METAL OF THE UKRAINIAN NPP UNIT

The surveillance program is an important source of information on the change in the properties of the metal of the water-water power reactor pressure vessel during operation. The regular program carried out at the power units of the Ukrainian NPPs provides material science support for the safe operation of the VVER-1000 pressure vessel until the end of the designated service life. Therefore, regulatory documents in force in the nuclear power industry of Ukraine require the development and implementation of additional surveillance programs, which would, first of all, ensure the earlier irradiation of surveillance specimens compared to the reactor pressure vessel. To solve this problem, the programs for modernization of single-floor container assemblies with specimens that are irradiated at regular locations in the VVER-1000 reactors have been developed. The transition of Ukrainian NPPs to Westinghouse nuclear fuel requires updating these programs. For now, one of the programs for the modernization of single-floor container assemblies has been implemented at one of the power units with a VVER-1000 reactor.

Keywords: VVER-1000, container assembly, reactor pressure vessel, surveillance program, lifetime extension period, fuel manufactured by the Westinghouse company, neutron fluence.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Образцы-свидетели. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 1152.75.00.000 ТО. 60 с. / Surveillance specimens. Technical description and operating instructions. 1152.75.00.000 TO. 60 p. (Rus)
2. Типова програма контролю властивостей металу корпусів реакторів ВВЕР-1000 за зразками-свідками ПМ-Т.0.03.120-23 (ДП «НАЕК «Енергоатом», 2023) 39 с. / Standard Program for monitoring the metal properties of VVER-1000 reactor pressure vessels using surveillance specimens ПМ-Т.0.03.120-23 (State Enterprise National Nuclear Energy Generating Company “Energoatom”, 2023). 39 p. (Ukr)
3. А.В. Гриценко и др. Некоторые этапы разработки дополнительной программы образцов-свидетелей для реактора ВВЭР 1000. *Ядерна та радіаційна безпека* 2(50) (2011) 29. / A.V. Gritsenko et al. Some stages of developing an additional surveillance specimens program for the VVER-1000 reactor. *Nuclear and Radiation Safety* 2(50) (2011) 29. (Rus)

4. О.В. Гриценко та ін. Реалізація першого етапу модернізації однорядних контейнерних збірок зі зразками-свідками металу корпусу реактора ВВЕР-1000 енергоблока № 1 Південноукраїнської АЕС. *Ядерна та радіаційна безпека* 3(95) (2022) 27. / O. Grytsenko et al. Implementation of the first stage modernization for single-row container assemblies with surveillance specimens of VVER-1000 reactor pressure vessel metal of SUNPP Unit 1. *Nuclear and Radiation Safety* 3(95) (2022) 27. (Ukr)
5. В.М. Буканов та ін. Формування підходів до реалізації програми зразків-свідків під час впровадження паливних збірок ТВЗ-WR на реакторах ВВЕР-1000. *Ядерна та радіаційна безпека* 1(101) (2024) 28. / V. Bukanov et al. Development of approaches to surveillance program implementation during the introduction of FA-WR fuel assemblies at VVER-1000 power units. *Nuclear and Radiation Safety* 1(101) (2024) 28. (Ukr)
6. СОУ НАЕК 087:2023 Інженерна, наукова та технічна підтримка. Методика визначення радіаційного окрихчування металу корпусів реакторів за результатами випробувань зразків-свідків (Київ, ДП «НАЕК «Енергоатом» 2023) 25 с. / Organization Standard of Ukraine NNEGC 087:2023 Engineering, Scientific and Technical Support. Methodology for Determining Radiation Embrittlement of Reactor Pressure Vessel Metals Based on Surveillance Specimen Test Results (Kyiv, State Enterprise National Nuclear Energy Generating Company “Energoatom”, 2023) 25 p. (Ukr)
7. СОУ НАЕК 177:2023 Інженерна, наукова і технічна підтримка. Методика оцінки крихкої міцності корпусів реакторів ВВЕР (Київ, ДП «НАЕК «Енергоатом», 2023) 45 с. / Organization Standard of Ukraine NNEGC 177:2023 Engineering, Scientific and Technical Support. Methodology for Assessing the Brittle Strength of VVER Reactor Pressure Vessels (Kyiv, State Enterprise “National Nuclear Energy Generating Company “Energoatom”, 2023) 45 p. (Ukr)
8. В.Л. Демехин и др. Коэффициенты запаса для флюенсов нейтронов при оценке безопасности АЭС. *Ядерна та радіаційна безпека* 1(73) (2017) 30. / V. Diemiokhin et al. Safety factors for neutron fluence in Nuclear Power Plant safety assessment. *Nuclear and Radiation Safety* 1(73) (2017) 30. (Rus)
9. О.М. Пугач та ін. Похибка визначення флюенсу швидких нейтронів на зразки-свідки металу корпусу реактора ВВЕР. *Ядерна фізика та енергетика* 22(1) (2021) 42. / O.M. Pugach et al. Uncertainty determination of fast neutron fluence onto the WWER pressure vessel metal surveillance specimens. *Nucl. Phys. At. Energy* 22(1) (2021) 42. (Ukr)
10. *Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок* (ПНАЭ Г-7-002-86) (Москва: Энергоатомиздат, 1989) 525 с. / *Rules for Strength Calculation of Equipment and Pipelines of Nuclear Power Installations (Rules and Regulations in Nuclear Power Engineering G-7-002-86)* (Moskva: Energoatomizdat, 1989) 525 p. (Rus)
11. *Разработка процедуры верификации методик определения флюенса на стенку КР. Предоставление верификационных отчетов. Ч. 1. Верификация пакета программ MCPV: Отчет по этапу II НИР НПО «Вектор»* (Київ, 2007) 60 с. / *Development of a Verification Procedure for Methodologies Used to Determine Reactor Pressure Vessel Wall Fluence. Submission of Verification Reports. Part 1. Verification of the MCPV Software Package: Report on Stage II of the Research Project of Scientific and Production Association “Vector”* (Kyiv, 2007) 60 p. (Rus)
12. Пакет программ MCSS: Верификационный отчет. Ин-т ядерных исслед. НАН Украины. Инв. № 340/38-89 (Київ, 2012) 22 с. / *MCSS software package: Verification report. Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine. Inventory No. 340/38 89* (Kyiv, 2012) 22 p. (Rus)

Надійшла / Received 28.10.2025