Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0223U000890

Державний реєстраційний номер: 0121U109938

Відкрита

Дата реєстрації: 21-01-2023

1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

Назва етапу: Методи оптимізації параметрів захистів і інженерна модель комбінованого захисту

Початок етапу: 01-2022

Закінчення етапу: 12-2022

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071205

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Телефон: 380577051247

E-mail: rector@karazin.ua

E-mail: univer@karazin.ua

WWW: http://www.univer.kharkov.ua/

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071205

Адреса: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380577051247

E-mail: rector@karazin.ua

E-mail: univer@karazin.ua

WWW: http://www.univer.kharkov.ua/

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201040

Напрям фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 966.377 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Підвищення ефективності радіаційного захисту при транспортуванні і зберіганні ВЯП

Назва роботи (англ)

Improving the effectiveness of radiation protection during transportation and storage of spent fuel

Реферат (укр)

Для дослідження впливу на захисні властивості різних матеріалів для товщин, які аналогічні характеристикам транспортного контейнера «HI-STAR 190 UA», у програмних пакетах MCNP та PHITS розроблено спрощені моделі захисту: а)плоского багатошарового (6 шарів, можлива більша кількість) захисту у вигляді дисків, діаметри дисків та їх товщини і матеріали можуть змінюватись; б) спрощену модель багатошарового (6 шарів, можлива більша кількість) циліндричного захисту, товщини та матеріали шарів можуть змінюватися. Ці моделі дозволяють оптимізувати товщини, матеріали та порядок розміщення шарів радіаційного захисту як для гама- випромінювання так і для нейтронів ВЯП. Розраховано виходи та спектральні розподіли гамма-квантів довгоживучих радіонуклідів ВЯП після проходження захистів з Fe, Pb, U, UO2. Проведено порівняння ефективності захистів із важких елементів із захистом із сталі. Виконано розрахунки зміни спектра нейтронів ВЯП, створюваних 244Cm, при проходженні захистів з Fe та Pb різної товщини. Розглянуто варіанти мінімізації нейтронного випромінювання за рахунок різних варіантів завантаження ВТВЗ з різним рівнем вигоряння. Як нормувальний варіант розглядалося завантаження контейнера 31 ВТВЗ з вигорянням 40.5 МВт×добу/тU. З метою безпеки перевезень розроблена тривимірна модель контейнера для аналізу процесів теплопередачі та охолодження ВЯП з різним рівнем вигорання як всередині герметичної корзини, так і крізь елементи конструкцій захистів від гама-випромінювання і нейтронів. Розроблена інженерна модель комбінованого захисту транспортного контейнера на основі елементів з великим атомним номером і зниженою щільністю при дотриманні геометричних і вагових характеристик ТК.

Реферат (англ)

To study the impact on the protective properties of various materials for thicknesses that are similar to the characteristics of the HI-STAR 190 UA transport container, the MCNP and PHITS software packages have developed simplified models of protection: a) flat multilayer (6 layers, more possible) protection in the form discs, disc diameters and their thicknesses and materials may vary; b) a simplified model of multilayer (6 layers, more possible) cylindrical protection, the thicknesses and materials of the layers may vary. These models make it possible to optimize thicknesses, materials and the order of placement of radiation protection layers for both gamma radiation and neutrons of spent nuclear fuel. The yields and spectral distributions of gamma quanta of long-lived radionuclides of spent fuel after passing through protections with Fe, Pb, U, UO2 were calculated. A comparison of the effectiveness of protection from heavy elements with protection from steel is carried out. Calculations were made of the change in the spectrum of SNF neutrons created by 244Cm when passing through Fe and Pb shields of different thicknesses. Options for minimizing neutron radiation due to various options for loading VTVZ with different levels of burnout are considered. Loading of container 31 VTVZ with a burn-up of 40.5 MW×day/tU was considered as a rationing option. For the purpose of transportation safety, a three-dimensional model of the container has been developed for the analysis of heat transfer and cooling processes of spent fuel with different levels of burnout both inside the sealed basket and through the elements of the protection structures against gamma radiation and neutrons. An engineering model of the combined protection of the transport container based on elements with a large atomic number and reduced density while observing the geometric and weight characteristics of the transport container was developed.

Індекс УДК: 613.648:504.064, 621.039.51

Коди тематичних рубрик НТІ: 76.33.39.05

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Моделі радіаційних захистів транспортного контейнера з областю ВЯП у вигляді аналога корзини ТК «HI-STAR 190 UA» з 31 ВТВЗ та гомогенізованою областю ВЯП аналогічного розміру.

Назва продукції (англ): Models of radiation protection of a transport container with an area of SNF in the form of an analogue of the basket of TC "HI-STAR 190 UA" with 31 VTVZ and a homogenized area of SNF of a similar size

Очікувані результати: Технології, Методи, теорії

Галузь застосування: ядерна енергетика

Опис продукції (укр): Визначено радіаційні захисти ТК з оптимальними параметрами. Визначено оптимальні варіанти розміщення ВТВЗ з різним рівнем вигорання і часом зберігання з урахуванням теплопереносу в транспортному контейнері. Розроблена інженерна модель комбінованого захисту від гамма-квантів, на основі елементів з великим атомним номером і зниженою щільністю при дотриманні геометричних і вагових характеристик ТК.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія матеріалів

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ХНУ імені В.Н.Каразіна

Споживачі продукції: ХНУ імені В.Н. Каразіна, ННЦ ХФТІ НАНУ, ДП “Енергоатом”, ВАТ ЕНЕРГОПРЕКТ

Перспективні ринки: Україна

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. V.G. Rudychev, N.A. Azarenkov, I.O. Girka, Y.V. Rudychev. Change in radiation Characteristics outside the SNF storage container as an indicator of fuel rod cladding destruction. Nuclear Engineering and Technology, Volume 53, Issue 11, November 2021, p. 3704-3710. DOI: 10.1016/j.net.2021.05.029

2. Pavlenko I.V., Girka I.O., Trush O.V., Hnatiuk S.V. Time-domain calculation of forerunners in Drude dispersive media without collisions. Physical Review A, 2021, 104(1), 013518 DOI: 10.1103/PhysRevA.104.013518

3. Rudychev V.G., Azarenkov M.O., Girka I.O., Rudychev Y.V., The efficiency of radiation shielding made from materials with high atomic number and low mass density// Problems of Atomic Science and Technology, 2021, No. 2 (132). Series: Physics of Radiation Effect and Radiation Materials Science (118), p. 74-79. https://doi.org/10.46813/2021-132-074

4. Ольховик Ю.О., Федоренко Ю.Г., Рудичев Є.В., Розко А.М. Щодо властивостей упаковки для захоронення сольового плаву АЕС України з реакторами ВВЕР у приповерхневих сховищах. Ядерна та радіаційна безпека, 2021, 2(90), с. 65-73

5. Gokov S.P., Kazarinov Yu.G., Kalenik S.A., Kasilov V.Y, Malykhina T.V., Rudychev Ye.V. Research of interaction processes of fast and thermal neutrons with solution of organic dye methyl orange. East European Journal of Physics, 2021, 4, p. 130-134

6. Gavrishchuk O.P., Kovtun V.E., Malykhina T.V. Effect of energy leakage on the energy resolution of E.M. sampling calorimeters // Problems of Atomic Science and Technology, №3 (133), 2021. – PP. 76–80

7. Kovtun V.E., Malykhina T.V. Calculation of the Molière radius for various configurations of an electromagnetic sampling calorimeter ECaL SPD NICA // Problems of Atomic Science and Technology, №3 (133), 2021. – PP. 86–90

8. Alyokhina S., Maksymov M., Romashov Yu., Evaluation of radioactive material leakage Through the fuel cladding as result of diffusion processes during the long-term storage of spent nuclear fuel, 2021, Journal of King Saud University – Engineering Sciences, https://doi.org/10.1016/j.jksues. 2021.08.006

9. Alyokhina S., Nevliudov I., Romashov Yu. Safe Transportation of Nuclear Fuel Assemblies by Means of Wheeled Robotic Platforms, 2021, Nuclear and Radiation Safety, No. 3(91), p. 43 – 50

10. Gavrishchuk O.P., Kovtun V.E., Malykhina T.V. Simulation studies of the Molière radius for EM calorimeter materials // Problems of Atomic Science and Technology, №6 (136), 2021. – pp. 171–174

11. Malykhina T.V., Kovtun V.E., Gokov S.P., Kasilov V.I. GEANT4 Modeling of the Bremsstrahlung Converter Optimal Thickness for Studying the Radiation Damage Processes in Organic Dyes Solutions // East European Journal of Physics, (4), 2021. – PP. 91-98 https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.07440

12. Alyokhina S. et al. Spent fuel performance assessment and research: final report of a coordinated research project (SPAR-IV) // International Atomic Energy Agency. IAEA- TECDOC-1975. Vienna, International Atomic Energy Agency, 2021. 146 p. ISSN 1011–4289. ISBN 978-92-0-128221-7 (paperback : alk. paper) | ISBN 978-92-0-128121-0 (pdf). https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1975web.pdf

13. С.В. Альохіна. Науковий супровід сухого зберігання ВЯП, теплова безпека. //Інноваційна взаємодія науки з вітчизняним паливно-енергетичним комплексом: досвід ІПМаш НАН України. За загальною редакцією акад. НАН України Ю.М. Мацевитого. – К: Наукова думка, 2021, с. 139-142.

14. Degtyarev M.A., Avramov K.V., Akimov D., Kostikov A., Thermomechanical Stress-Strain State of Retention Compartment // Journal of Aerospace Engineering, 2021, 34(4), 04021030.

15. Kostikov A., Tarasova V., Kuznetsov M., Satayev M., Kharlampidi D., Thermoeconomical optimization of a regenerative air turbine cogeneration system // Journal of Thermal Engineering, 2021, 7(7), p. 1719–1730.

16. Контейнер для транспортування та/або зберігання відпрацьованого ядерного палива: пат. №145814 Україна. В.Г. Рудичев, М.О. Азарєнков, І.О. Гірка, Є.В. Рудичев. Опубл. 06.01.2021. Бюл. №1. https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1471786/

17. Rudychev V. G., Azarenkov M. O., Girka I. O., Rudychev Y. V. Optimization of bremsstrahlung characteristics for irradiating thick objects // Problems of Atomic Science and Technology, 2022, No. 2 (138), Series: Physics of radiation damages and effects in solids, pp. 98-101. https://doi.org/10.46813/2022-138-098

18. Rudychev V.G., Azarenkov N.A., Girka I.O., Rudychev Y.V. Optimization of radiation shields made of Fe and Pb for the spent nuclear fuel transport casks // Nuclear Engineering and Technology, 2022, article in press. https://doi.org/10.1016/j.net.2022.10.002

19. Rudychev V.G., Azarenkov M.O., Girka I.O., Rudychev Y.V. Efficiency of combined Fe and Pb radiation shield of transport casks for SNF transportation // Problems of Atomic Science and Technology, Series: Physics of radiation damages and effects in solids, 2022, 140(4), pp. 101– 106. https://doi.org/10.46813/2022-140-101

20. Rudychev V.G., Azarenkov M.O., Girka I.O., Lazurik V.T., Rudychev Y.V. Optimization of the bremsstrahlung converter // Problems of Atomic Science and Technology, Series: Physics of radiation damages and effects in solids, 2022, 140(4), p. 164–168

21. A. Chugay, S. Alyokhina, A. Zhuravka. Mathematical aspects of optimal layout problem of spent nuclear fuel containers on the storage site // Journal of Numerical Analysis, Industrial and Applied Mathematics, Vol. 15, No. 3-4, 2022, P. 85-99

22. Alyokhina S., Nevliudov I., Romashov Y. Computer Simulations of Controllability Processes for Robotic Wheeled Platforms Taking Into Account Restrictions of Jerk Motions // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. – 2022. – №. 1 (19). – С. 65-75.

23. Пристрій для опромінювання об'ємного об'єкта: пат. №151482 Україна. В.Г.Рудичев, М.О. Азарєнков, І.О. Гірка, В.Т. Лазурик, Є.В. Рудичев. Опубл. 03.08.2022, Бюл. №31 https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1700693/

24. Спосіб контрольного збирання модулів корпусів конденсатора парової турбіни великої потужності: пат. №126482 Україна. С.В. Альохіна, Р.Б. Шерфедінов, М.Г. Іщенко, Л.О. Сластьон, Д.Х. Харлампіді, В.О. Тарасова. Опубл. 12.10.2022, Бюл. № 41. https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1710315/

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 56

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Альохіна Світлана Вікторівна (д. т. н., с.н.с.)

Гірка Ігор Олександрович (д. ф.-м. н., професор, член-кор.)

Ковтун Володимир Євгенійович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Махненко Галіна Вікторівна

Пишкін Володимир Борисович (с.н.с.)

Керівник організації:

Катрич Віктор Олександрович

Керівники роботи:

Рудичев Володимир Григорович (старший науковий співробітник)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.