

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0220U100050

Державний реєстраційний номер: 0119U000004

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-01-2020

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Оптимізація складів та експериментальних методів керування структурою реакторних сталей, високоентропійних сплавів та захисних покриттів на конструкційних матеріалах ядерної та термоядерної енергетики

Початок етапу: 09.2018

Закінчення етапу: 12.2018

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" НАН України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, 1, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61108, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380573351688, 380573353530

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Президія Національної академії наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

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

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541230

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 7025

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Фундаментальні дослідження процесів створення та фізико-механічні властивості наноструктурних радіаційно-толерантних сталей, високоентропійних сплавів та захисних покриттів для матеріалознавчого забезпечення сталого розвитку атомної та термоядерної енергетики

Назва роботи англійською:

Basic investigations of production processes and physical – mechanical properties of nanostructured radiation resistant steels, high – entropy alloys and protective coatings for material science maintenance of sustainable development of nuclear and fusion power

Реферат українською:

1. Розроблено новий клас високоентропійних безкобальтових сплавів Fe- Mn- Cr-Ni-Al з мікро- і нанодуплексною структурою. Оптимізовано склад сплавів, що дозволило підвищити межу їх плинності до 1000 МПа при 25°C і до 930 МПа при 400°C. Пластичність сплавів при цьому зберігається на високому рівні (більш 50% при стисканні). Ці значення суттєво перевершують характеристики сучасних реакторних сталей в стандартному стані й тому нові сплави перспективні для використання в ядерній енергетиці. 2. Розроблено процес керування мікроструктурою ферітно- мартенситної сталі Т91, що перспективна для використання в ядерних реакторах нового покоління та в термоядерних реакторах. Інтенсивна пластична деформація при високих температурах дозволила отримати мікроструктуру з розміром зерен менш 100 нм, що призвело до досягнення рекордних для цій сталі значень межі плинності (1279 МПа при 25 °С та 502 МПа при 600 °С) і міцності (1340 МПа при 25°C та 511 МПа при 600 °С). На відміну від поширених в світі методів інтенсивної пластичної деформації, процес, що запроваджений в даній роботі, дозволяє керувати мікроструктурою і властивостями сталі в промислових масштабах. 3. Для нанесення захисних покриттів на твельні трубки розроблено низку сплавів на основі системи Fe – Cr- Al (фехраль), легованої Y, Mo та Zr. Вивчено структуру сплавів та вплив легування на твердість, межу міцності та зносостійкість матеріалів. Розроблено процес нанесення фехрала на трубки зі сплаву Zr-1%Nb і встановлено, що покриття з фехрала товщиною 10 мкм запобігає руйнуванню оболонок твелів в умовах витримки в повітрі при температурі 1100 С впродовж 1 години.

Реферат англійською:

1. A new class of high-entropy non-cobalt Fe-Mn-Cr-Ni-Al alloys with micro- and nanoduplex structure was developed. The composition of the alloys was optimized, which allowed to increase their yield strength to 1000 MPa at 25 °C and to 930 MPa at 400 °C. The plasticity of the alloys is maintained at a high level (more than 50% in compression). These values are far superior to the characteristics of modern reactor steels in the standard state and therefore new alloys are promising for use in nuclear power. 2. The process of controlling the microstructure of T91 ferrite-martensitic steel has been developed, which is promising for use in new generation nuclear reactors and in thermonuclear reactors. Intense plastic deformation at high temperatures allowed to obtain a microstructure with a grain size of less than 100 nm, which led to the record for this steel values of yield strength (1279 MPa at 25 °C and 502 MPa at 600 °C) and strength (1340 MPa at 25 °C and 511 MPa at 600 °C). In contrast to the widely used methods of intensive plastic deformation in the world, the process introduced in this work allows to control the microstructure and properties of steel on an industrial scale. 3. A number of alloys based on the Fe – Cr – Al (alloy) system doped with Y, Mo, and Zr have been developed to apply protective coatings to the fuel claddings. The structure of alloys and the effect of doping on the strength, ultimate strength and durability of materials were studied. A coating process for Zr-1% Nb alloy tubes was developed and found that coatings made of 20 μm-thick prevent the destruction of fuel claddings in the air at 1100 °C for 1 hour.

Індекс УДК: 621.039.5, 621.039

Коди тематичних рубрик:44.33.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Воеводін Віктор Миколайович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор, член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Проміжний науково-технічний звіт

Назва НТП англійською: The intermediate scientific and technical report

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: Атомна енергетика

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Оптимізований склад та методи керування структурою високоентропійних сплавів та реакторних сталей, параметри захисних вакуумно-дугових покриттів.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 09.2018

Закінчення етапу: 12.2018

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи: Права не надаються

Наявність бізнес-плану: Ні

Техніко-економічне обґрунтування: Ні

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. K.A. Terrani. Accident tolerant fuel cladding development: Promise, status, and challenges // Journal of Nuclear Materials, 2018, Vol. 501, p. 13-30.
2. Z. Duan, H. Yang, Y. Satoh, K. Murakami, S. Kano, Z. Zhao, J. Shen, H. Abe. Current status of materials development of nuclear fuel cladding tubes for light water reactors // Nuclear Engineering and Design, 2017, 316, p. 131-150.
3. K.A. Terrani, S.J. Zinkle, L.L. Snead. Advanced oxidation-resistant iron-based alloys for LWR fuel cladding // Journal of Nuclear Materials, 2014, 448, p. 420-435.
4. B.A. Pint, K.A. Terrani, M.P. Brady, T. Cheng, J.R. Keiser. High temperature oxidation of fuel cladding candidate materials in steam-hydrogen environments // Journal of Nuclear Materials, 2013, 440, p. 420-427.
5. K.A. Terrani, B.A. Pint, K.A. Unocic, Y. Yang, C.M. Silva, H.M. Meyer III, R.B. Rebak. Uniform corrosion of FeCrAl alloys in LWR coolant environments // Journal of Nuclear Materials. 2016, 479, p. 36-47.
6. B.A. Pint, K.A. Terrani, Y. Yamamoto, L.L. Snead. Material selection for accident tolerant fuel cladding // Metall. Mater. Trans. E, 2015, 2, p. 190-196.
7. X. Wu, T. Kozlowski, J. D. Hales. Neutronics and fuel performance evaluation of accident tolerant FeCrAl cladding under normal operation conditions // Annals of Nuclear Energy 2015, 85, p. 763-775.
8. K. G. Field, X. Hu, K. C. Littrell, Y. Yamamoto, L. L. Snead. Radiation tolerance of neutron-irradiated model FeCrAl alloys // Journal of Nuclear Materials 2015, 465, p.746-755.
9. Y. Wang, W. Zhou, Q. Wen, X. Ruan, F. Luo, G. Bai, Y. Qing, D. Zhu, Z. Huang, Y. Zhang, T. Liu, R. Li. Behavior of plasma sprayed Cr coatings and FeCrAl coatings on Zr fuel cladding under loss-of-coolant accident conditions // Surface and Coatings Technology 2018, 344, p.141-148.
10. Hyung-Kyu Kim, Young-Ho Lee, Sung-Pil Heo. Mechanical and experimental investigation on nuclear fuel fretting // Tribology International 2006, 39, p. 1305-1319.
11. Young-Ho Lee, Thak Sang Byun. A comparative study on the wear behaviors of cladding candidates for accident-tolerant fuel // Journal of Nuclear Materials 2015, 465, p.857-865.
12. K. Edsinger. EPRI and the zero fuel failures program // The Nuclear News, Dec. 2010, p. 40.
13. W.C. Oliver, G.M. Pharr. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments // J. Mater. Res. 1992, Vol. 7, No. 6, p. 1564-1583.
14. V.G. Marinin, V.I. Kovalenko, N.S. Lomino, Yu.A. Zadneprovsky, V.D. Ovcharenko. Cavitation erosion of Ti coatings produced by the vacuum arc method // International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV, 2000, Vol. 2, p. 567-570.
15. ГОСТ 10994-74. Сплавы прецизионные. Марки.
16. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Банных О. А., Будберг П.Б., Алисова С. П. и др. Металлургия, 1986 г.
17. В.В. Резниченко, А.И. Сомов, М.А. Тихоновский. Микроструктура и прочность эвтектической композиции Fe-Fe₂Zr // Физ. металлов и металловедение. 1973, т.37, №3, с.657-659.
18. A. Leyland, A. Matthews. On the significance of the H/E ratio in wear control: a nanocomposite coating approach to optimised tribological behaviour // Wear. 2000, v. 246, p.1-11.
19. J. Musil, F. Kunc, H. Zeman, H. Polakova. Relationships between hardness, Young's modulus and elastic recovery in hard nanocomposite coatings // Surf. Coat. Technol., 2002, 54, p 304-313.

20. V.M. Khoroshikh, S.A. Leonov, V.A. Belous. Features of the process of vacuum-arc produced Ti-plasma flux deposition under gas pressure of 1 to 10 Pa // Surface and Coatings Technology. 2015, v. 261, p. 167-173.
21. I.I. Aksenov, V.A. Belous, Yu. A. Zadneprovskiy, A.S. Kuprin, N.S. Lomino, V.D. Ovcharenko, O.V. Sobol. Influence of nitrogen pressure on silicon content in Ti-Si-N coatings deposited by the vacuum-arc method // Proceedings - International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV, art. no. 5625887.
22. B.A. Pint, K.A. Unocic. Steam Oxidation Evaluation of Fe-Cr Alloys for Accident Tolerant Nuclear Fuel Cladding // Oxid Met, doi 10.1007/s11085-017-9754-0

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Шульга Микола Федірович

Перелік осіб-виконавців

Андіївська Наталія Федорівна

Білоус Віталій Арсентійович

(д. т. н., 05.03.07)

Василенко Руслан Леонідович

Великодний Олексій Миколайович

(к. ф.-м. н.)

Воеводін Віктор Миколайович

(д. ф.-м. н.)

Кальченко Олександр Сергійович

(к. ф.-м. н.)

Карпов Сергій Олександрович

(к. ф.-м. н.)

Клименко Ілля Олегович

Колодій Ігор Вікторович

Комар Анатолій Анатолійович

Копанець Ігор Євгенійович

(к. ф.-м. н.)

Купрін Олександр Сергійович

(к. т. н.)

Леонов Сергій Олександрович

Нікітін Аркадій Валерійович

Овчаренко Валерій Давидович

(к. ф.-м. н.)

Ружицький Валерій Володимирович

(к. ф.-м. н.)

Сторожилов Геннадій Євгенійович

Тихоновський Михайло Андрійович

(к. ф.-м. н.)

Толмачова Галина Миколаївна

(к. т. н.)

Толстоуцька Галина Дмитрівна

(д. ф.-м. н.)

Тортика Олександр Степанович

Відповідальний за підготовку

Комар А.А.

облікових документів

Телефон

+38 (057) 335-63-87

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

