

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0220U100427

Державний реєстраційний номер: 0119U000004

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-01-2020

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Теоретичні та експериментальні дослідження впливу складу та структурного стану розроблених сталей, сплавів та покриттів на їх радіаційну стійкість та фізико-механічні властивості

Початок етапу: 01.2019

Закінчення етапу: 12.2019

Вид звітнього документа: Остаточний 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: Кабінет Міністрів 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.): 8125

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:

Розроблено фізико-технологічні основи процесу створення наноструктурного стану в реакторної сталі ферритно-мартенситного класу Т91. Застосування цього процесу дозволило зменшити розмір мікроструктурних складових сталі до наноструктурного рівня, що призвело до збільшення міцності сталі і значному поліпшенню її радіаційної стійкості. Показано також, що сталь Т91 з такою мікроструктурою менше схильна до радіаційного зміцнення, а, отже, і радіаційного окрихчення. Створено принципово новий клас матеріалів – високоентропійні сплави (ВЕСи), які зміцнені нанорозмірними частинками термічно стабільних оксидів. Досліджено радіаційне зміцнення сплаву 20Cr-40Fe-20Ni-20Mn (склад в ат.%) і його зміцненого оксидами варіанту в порівняння зі зміцненням реакторної аустенитної нержавіючої сталі 316 при опроміненні в ідентичних умовах. Показано, що зміцнення збільшуються з ростом дози опромінення для всіх досліджених матеріалів, але для високоентропійних сплавів воно нижче, ніж в нержавіючої сталі, тобто високоентропійні сплави при опроміненні можуть зберігати більш високу пластичність і більший ресурс роботи. Розроблено нові сплави на основі системи Fe-Cr-Al, леговані молібденом і ітрієм, які мають високий опір корозії при температурах до 1300°C, характерних для аварійних ситуацій типу «Фукусіми». Сплави призначені для нанесення ефективних захисних покриттів (бар'єрів) на оболонки ТВЕЛів з цирконієвого сплаву з метою запобігання аварій в разі втрати теплоносія, що охолоджує реактор. Встановлено, що, на відміну від цирконієвого сплаву, покриття не поглинають ізотоп водню, дейтерій, з газового середовища. Розроблені сплави мають низькі коефіцієнти розпилення під впливом низькоенергетичної водневої плазми, що дозволяє прогнозувати можливість їх використання в термоядерних реакторах замість більш коштовного й крихкого вольфраму.

Реферат англійською:

The physical and technological foundations of the process of creating a nanostructured state in the reactor steel of ferrite-martensitic class T91 are developed. The application of this process made it possible to reduce the size of the microstructural components of steel to a nanostructured level, which led to an increase in the strength of steel and a significant improvement in its radiation resistance. It was also shown that T91 steel with such a microstructure is less susceptible to radiation hardening, and, consequently, to radiation embrittlement. A fundamentally new class of materials has been created – high-entropy alloys (HEAs), which are strengthened by nanosized particles of thermally stable oxides. The radiation hardening of the 20Cr-40Fe-20Ni-20Mn alloy (composition in at.%) and its oxide- strengthened version in comparison with the hardening of austenitic 316 stainless steel under irradiation under identical conditions were studied. It was shown that hardening increases with an increase in the radiation dose for all studied materials, but for high-entropy alloys it is lower than in stainless steel, i.e., high-entropy alloys during irradiation can retain higher ductility and a longer service life. New alloys based on the Fe-Cr-Al system doped with molybdenum and yttrium have been developed, which have high corrosion resistance at temperatures up to 1300 ° C, typical for emergency situations like "Fukushima". Alloys are intended for applying effective protective coatings (barriers) to the shells of fuel elements made from zirconium

alloy in order to prevent accidents in case of loss of liquid that cooling the reactor. It was found that, unlike the zirconium alloy, the coatings does not absorb the isotope of hydrogen, deuterium, from the gaseous medium. The developed alloys have low sputtering ratios under the influence of low-energy hydrogen plasma, which makes it possible to predict the possibility of their use in thermonuclear reactors

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: Заключний науково-технічний звіт

Назва НТП англійською: Final 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: Розроблено фізико-технологічні основи процесу створення наноструктурного стану в реакторної стали ферритно-мартенситного класу Т91. Створено принципово новий клас матеріалів – високоентропійні сплави (ВЕСи), які зміцнені нанорозмірними частинками термічно стабільних оксидів. Розроблено нові сплави на основі системи Fe-Cr-Al, леговані молібденом і ітрієм, які мають високий опір корозії при температурах до 1300°C, характерних для аварійних ситуацій типу «Фукусіми». Сплави призначені для нанесення ефективних захисних покриттів (бар'єрів) на оболонки ТВЕЛів з цирконієвого сплаву.

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:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: АЕС України

Перспективні ринки: Страни СНД та ЄС

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. Voyevodin V.N., Tolstolutskaia G.D., Karpov S.A., Tikhonovsky M.A., Tolmachova G.N., Kalchenko A.S., Vasilenko R.L., Kopanets I.E. Effect of argon ion irradiation on hardening and microstructure of ferritic-martensitic steel T91

// Problems of atomic science and technology. Series "Physics of radiation effect and radiation materials science". 2019, N 2 (120), P. 7-12.

2. Tolstolutskaia GD, Tikhonovsky MA, Voyevodin VN, Nikitin AV, Tortika AS, Vasilenko RL. Surface modification and sputtering of FeCrAl alloys exposed to low-energy hydrogen plasmas. Journal of the Belarusian State University. Physics. 2019;3: <https://doi.org/10.33581/2520-2243-2019-3-73-80>

3. Kalchenko A.S., Karpov S.A., Kopanets I.E., Tikhonovsky M.A., Tolstolutskaia G.D. Comparative study of helium bubble formation in Cr-Fe-Ni-Mn high-entropy alloy and 18Cr10NiTi steel after irradiation and post-irradiation annealing // Problems of atomic science and technology. Series "Physics of radiation effect and radiation materials science". 2019, N 5 (123), P. 25-29.

4. Voyevodin V.N., Karpov S.A., Tolstolutskaia G.D., Tikhonovsky M.A., Velikodnyi A.N., Kopanets I.E., Tolmachova G.N., Kalchenko A.S., Vasilenko R.L., Kolodiy I.V. Effect of irradiation on microstructure and hardening of Cr-Fe-Ni-Mn high-entropy alloy and its strengthened version // Philosophical Magazine. ID TPHM-2019-0283, in press.

5. Толстолюцька Г.Д., Ружицький В.В., Копанець І.Є., Купрін О.С., Воеводін В.М., Білоус В.А., Василенко Р.Л. Особливості насичення дейтерієм вакуумно-дугових покриттів на основі заліза // Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2019. №6. С. 75-81.

6. Voyevodin V.N., Tolstolutskaia G.D., Nikitin A.V., Vasilenko R.L., Kuprin A.S., Belous V.A., Ovcharenko V.D. Surface morphology and sputtering of FeCrAl coating on steel exposed to low-energy deuterium plasmas // Problems of atomic science and technology. Series "Nuclear Physics Investigations". 2019, N 6, P. 115-121.

7. В.М. Федірко, В.М. Воеводін, О.М. Великодний, М.А. Тихоновський, І.С. Кухар, Х.Р. Мельник // Вплив дисперсійного зміцнення наноксидами на корозійну тривкість у розплавах свинцю високоентропійних сплавів системи Cr-Fe-Mn-Ni // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2019. – №4. – С. 63-68.

8. Yurchenko N.Y., Panina E.S., Zharebtsov S.V., Tikhonovsky M.A., Salishchev G.A., Stepanov N.D. Microstructure evolution of a novel low-density Ti-Cr-Nb-V refractory high entropy alloy during cold rolling and subsequent annealing // Materials Characterization, 2019. –V.158 (109980).

9. Voyevodin V.M., Fedirko V.M., Velikodnyi O.M., Kukhar I.S., Melnyk Kh.R., Kolodiy I.V., Tikhonovsky M.A. Evaluation of the high-entropy Cr-Fe-Mn-Ni alloys compatibility with a liquid lead coolant // IAEA TECDOC on "Structural Materials for Heavy Liquid Metal Cooled Fast Reactors" (в печати).

10. ND Stepanov, DG Shaysultanov, RS Chernichenko, MA Tikhonovsky, SV Zharebtsov. Effect of Al on structure and mechanical properties of Fe-Mn-Cr-Ni-Al non-equiatomic high entropy alloys with high Fe content. Journal of Alloys and Compounds, 2019, Volume 770, Pages 194-203. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.08.093>.

11. I.V. Kolodiy, V.A. Belous, M.A. Bortnitskaya, R.L. Vasilenko, V.N. Voyevodin, V.I. Kovalenko, A.S. Kuprin, V.G. Marinin, V.D. Ovcharenko, G.Y. Rostova, P.I. Stoev, M.A. Tikhonovsky, G.N. Tolmachova, A.S. Tortika // Structure, mechanical characteristics, oxidation and cavitation resistance of Fe-Cr-Al based alloys // Functional materials (в печати).

12. И.В. Колодий, В.А. Белоус, Р.Л. Василенко, В.Н. Воеводин, А.С. Куприн, А.Ю. Ростова, М.А. Тихоновский, Г.Н. Толмачёва, А.С. Тортика / Структура, жаростойкость и механические свойства сплавов Fe-Cr-Al, легированных Y, Mo и Zr // XV международная научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Проблемы современной ядерной энергетики» 13-15 ноября 2019, Харьков, с.43.

13. В.А. Белоус, М.А. Бортницкая, Р.Л. Василенко, В.Н. Воеводин, И.О. Клименко, В.И. Коваленко, И.В. Колодий, А.С. Куприн, В.Г. Маринин, В.Д. Овчаренко, М.А. Тихоновский / Структура и защитные свойства покрытий на основе FeCrAl и X18H10T // XV международная научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Проблемы современной ядерной энергетики» 13-15 ноября 2019, Харьков, с.10.

14. М.А. Тихоновский, А.Г. Шепелев, О.В. Немашкало, А.В. Левенец / Высокоэнтропийные сплавы – перспективный класс новых материалов: развитие исследований на основе анализа информационных баз

данных // Международная конференция «Высокочистые материалы: получение, применение, свойства» 10-13 сентября 2019, Харьков, с.98.

15. Г.Е. Сторожилов, В.Н. Воеводин, М.А. Тихоновский, А.С. Кальченко, А.Ю. Ростова, Н.Ф. Андриевская, В.С. Оковит, Р.Л. Василенко, А.В. Левенец / Влияние ИПД методом осадки-выдавливания и последующей термообработки на структуру и свойства стали Т-91 М // Международная конференция «Высокочистые материалы: получение, применение, свойства» 10-13 сентября 2019, Харьков, с.96.

16. А.В. Левенец / Высокоэнтропийные сплавы –новый класс матеріалов для ядерной енергетики // XV Міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених та фахівців «Проблеми сучасної ядерної енергетики» 13-15 листопада 2019, Харків, с.28.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Шульга Микола Федірович

Перелік осіб-виконавців

Ільченко Олександр Васильович

Андієвська 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., 01.04.07)

Верьовкін Андрій Андрійович

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., 01.04.07)

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., 01.04.07)

Толмачова Галина Миколаївна

(к. т. н.)

Толстолицька Галина Дмитрівна

(д. ф.-м. н.)

Тортика Олександр Степанович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Комар А.А.

Телефон

+38 (057) 335-63-87

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності

