

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0218U000671

**Державний реєстраційний номер:** 0116U005091

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 08-02-2018

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 2

**Назва етапу:** Осадження покриттів на дослідні зразки та макети твельних трубок, дослідження їх структурних та захисних властивостей. Випробування покриттів на фрагментах твельних трубок в умовах нормальної експлуатації активної зони та в аварійних ситуаціях. Дослідження захисних властивостей отриманих покриттів на цирконієвих зразках

**Початок етапу:** 02.2017

**Закінчення етапу:** 12.2017

**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:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** (057) 349-10-23

## 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:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442396594

## 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):** 6541030

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 324.2 |
|--------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Створення іонно-плазмовими методами бар'єрних захисних шарів на цирконієвих ТВЕЛах, дослідження та оптимізація їх характеристик з метою підвищення терміну експлуатації та запобігання катастрофічного розвитку аварійних ситуацій на існуючих і перспективних реакторах

### **Назва роботи англійською:**

Creation barrier protective layers on zirconium fuel claddings by ion-plasma methods, investigation and optimization of their characteristics in order to increase service life and preventing a catastrophic rising of accidents on present and future reactors

### **Реферат українською:**

Розроблені покриття на основі хрому та його нітриду, що ефективно захищають від окислення паливні оболонки з цирконієвих сплавів як в робочих умовах експлуатації, так і при аварійних умовах у водяній парі. Опромінення хромового покриття в нанокристалічному стані іонами аргону призводить до радіаційно-стимульованого ізотропного зростання розмірів зерен від початкових 250 нм до 295 нм при дозі 25 зна і радіаційно-індукованого розпухання, яке починається з найнижчих доз (5 зна) і досягає величини 0,66% при дозі 25 зна, що відбувається з формуванням вакансійних пір. Відпал зразків у вакуумі при температурі опромінення не призводить до змін в структурі хромових покриттів, що свідчить про їх термічну стабільність при температурах до 400 °С. Таким чином, хромові вакуумно-дугові покриття мають високу стійкість по відношенню до радіаційного розпухання і можуть застосовуватися для захисту цирконієвих паливних оболонок від окислення в умовах ядерного реактору.

### **Реферат англійською:**

Coatings based on chromium and its nitride, which effectively protect zirconium fuel claddings against oxidation under operating conditions and in accident conditions in water vapor are developed. The irradiation of chromium coating in a nanocrystalline state by argon ions leads to a radiation-stimulated isotropic growth of the grain size from the initial 250 nm to 295 nm at a dose of 25 dpa and radiation induced swelling, which begins with the lowest doses (5 dpa) and reaches a value of 0,66 % at a dose of 25 dpa, which occurs with the formation of vacancy voids. Annealing of samples in a vacuum at an irradiation temperature does not lead to changes in the structure of chromium coatings, which indicates their thermal stability at temperatures up to 400 °C. Thus, chromium vacuum arc coatings have high resistance to radiation swelling and can be used to protect zirconium fuel shells from oxidation under conditions of a nuclear reactor.

**Індекс УДК:** 669.296, 669.296; 621.793; 539.231

**Коди тематичних рубрик:** 53.37.35.29

### **Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Білоус Віталій Арсентійович

**Науковий ступінь:** д. т. н.

**Вчене звання:** с.н.с., 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:** Науково-технічна документація

**Галузь застосування:** Атомна енергетика

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблені покриття на основі хрому та його нітриду ефективно захищають паливні оболонки з цирконієвих сплавів, як в робочих умовах експлуатації так і при аварійних умовах у водяній парі.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:**

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** Строки впровадження будуть визначено після завершення розробки

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** АЕС України

**Перспективні ринки:** Страни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

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

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

1. A.N. Rakitskii, V.I. Trefilov. Optimum alloying of chromium with highly active elements. A survey // Soviet Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 1977, v. 16, issue 9, p. 703-711. 2. В.Ф. Горбань, Н.И. Панарина, А.Н. Ракицкий. Жаростойкость газотермических покрытий на основе хрома // Защита металлов. 1994, т. 30, №6, с. 596-598. 3. И.А. Петельгузов. Влияние защитных покрытий из алюминия и хрома на окисление циркония и его сплавов // ВАНТ. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение». 2012, №2, с. 114-119. 4. В.И. Трефилов, В.Ф. Зеленский, В.П. Ашихмин, В.С. Красноручский, А.Н. Ракицкий, В.С. Павлов, В.А. Писаренко, Ю.И. Роговой, Е.В. Турцевич, В.Ф. Горбань. Разработка и испытания дисперсионного горючего UO<sub>2</sub>-Cr для высокотемпературных реакторов на быстрых нейтронах // Труды Междунар. конф.

«Радиационное материаловедение». Харьков: ХФТИ, 1991, т. 8. с. 103-111. 5. I. Idarraga-Trujillo, M. Le Flem, J.-C. Brachet, M. Le Saux, D. Hamon, S. Muller, V. Vandenberghe, M. Tupin, E. Papin, E. Monsifrot, A. Billard, F. Schuster. Assessment at CEA of coated nuclear fuel cladding for LWRS with increased margins in LOCA and beyond LOCA conditions // (Conference Paper) LWR Fuel Performance Meeting, Top Fuel 2013. 2013, v. 2, p. 860-867. 6. A.S. Kuprin, V.A. Belous, V.N. Voyevodin, V.V. Bryk, R.L. Vasilenko, V.D. Ovcharenko, E.N. Reshetnyak, G.N. Tolmachova, P.N. V'yugov. Vacuum-arc chromium-based coatings for protection of zirconium alloys from the high-temperature oxidation in air // Journal of Nuclear Materials 465 (2015) p. 400-406. 7. Hyun-Gil Kim, Il-Hyun Kim, Yang-Il Jung, Dong-Jun Park, Jeong-Yong Park, Yang-Hyun Koo. High-temperature oxidation behavior of Cr-coated zirconium alloy // Ibid, p. 842-846. 8. A.S. Kuprin, V.A. Belous, V.V. Bryk, R.L. Vasilenko, V.N. Voyevodin, V.D. Ovcharenko, G.N. Tolmachova, I.V. Kolodiy, V.M. Lunyov, I.O. Klimenko. Vacuum-arc chromium coatings for Zr-1Nb alloy protection against high-temperature oxidation in air // PAST. 2015. №2 (96), p. 111-118. 9. Jung-Hwan Park, Hyun-Gil Kim, Jeong-yong Park, Yang-Il Jung, Dong-Joon Park, Yang-Hyun Koo. High temperature steam-oxidation behavior of arc ion plated Cr coatings for accident tolerant fuel claddings. // Surface and Coatings Technology 280 (2015) p. 256-259. 10. K. Daub, R. Van Nieuwenhove, H. Nordin. Investigation of the impact of coatings on corrosion and hydrogen uptake of Zircaloy-4. // Journal of Nuclear Materials 467 (2015) p. 260-270. 11. В.И. Трефилов, В.Ф. Зеленский, И.М. Неклюдов и др. Малоактивируемые сплавы на основе хрома. Радиационное материаловедение. Труды Международной конференции по радиационному материаловедению, Алушта, 22-25.05.1990 г. с.185-196.

## **Х. Заключні відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Шульга Микола Федірович

### **Перелік осіб-виконавців**

Бортницька Маргарита Олександрівна

Білоус Віталій Арсентійович

Василенко Руслан Леонидович

Воеводін Віктор Миколайович

Карпов Сергій Олександрович

Комар Анатолій Анатолійович

Копанець Ігор Євгенович

Купрін Олександр Сергійович

(к. т. н.)

Овчаренко Валерій Давидович

(к. ф.-м. н.)

Ружицький Валерій Володимирович

Толмачова Галина Миколаївна

Толстолицька Галина Дмитріївна

### **Відповідальний за підготовку**

### **облікових документів**

### **Телефон**

### **Реєстратор**

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

