Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0213U007382

Державний реєстраційний номер: 0112U008054

Відкрита

Дата реєстрації: 08-10-2013

1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

Назва етапу: Комп'ютерне моделювання впливу радіаційного опромінення на міцність металу в процесі його навантаження.

Початок етапу: 01-2013

Закінчення етапу: 08-2013

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 22638849

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: 61108, Україна, м. Харків, вул. Академічна,1

Телефон: (057)-335-35-30

Інше: (057)-335-16-88

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 00019270

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

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380442350981

E-mail: prez@nas.gov.ua

WWW: http://nas.gov.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: 6541030

Напрям фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 19.97 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Теоретичний аналіз та комп'ютерне моделювання мікромеханізмів радіаційного зміцнення корпусного металу водо-водяних енергетичних реакторів

Назва роботи (англ)

Theoretical assessment and computer modeling of micromechanisms of radiation strengthening of pressure vessel metal of the water-water energetic reactors

Реферат (укр)

Встановлено співвідношення між вкладом дислокаційних петель і преципітатів у величину радіаційного зміцнення корпусного металу реакторів типу ВВЕР-1000 та ВВЕР-440. Показано, що для корпусного металу реакторів ВВЕР-1000 в інтервалі флюенсів до 160 1022 нейтрон/м2 основним є радіаційне зміцнення, яке обумовлено радіаційно-індукованими петлями. Для корпусного металу реакторів ВВЕР-440 ця закономірність спостерігається в області більших флюенсів [40 50] 1023 нейтрон/м2. При цьому показано, що радіаційне зміцнення, яке обумовлено дислокаційними петлями, характеризується монотонним зростанням міцності із ростом дози опромінення. На противагу цьому, для дислокаційного зміцнення, яке викликане преципітатами, характерним є наявність максимуму на залежності приросту міцності від флюенса. Для корпусної сталі реакторів ВВЕР-440 цей максимум спостерігається при флюенсі 40 1023 нейтрон/м2. З метою прогнозування величини радіаційного зміцнення в широкому інтервалі флюенсів та встановлення зв'язку між еволюцією мікроструктури в процесі нейтронного опромінення та закономірностями радіаційного зміцнення, в роботі проводилось комп'ютерне моделювання утворення та росту вакансійних і міжвузлових дислокаційних петель в корпусному металі, а також моделювались зародження та ріст преципітатів для умов нейтронного опромінення, які є типовими для енергетичних реакторів типу ВВЕР-1000 та ВВЕР-440. Отримано дані щодо залежності середньої величини діаметра дислокаційних петель та їх об'ємної густини від дози опромінення, які добре узгоджуються з експериментальним даними, як для основного металу, так і металу зварних швів реакторів типу ВВЕР-440 та ВВЕР-1000. Це дозволило отримати прогностичні дані стосовно зміни цих ключових параметрів радіаційно-індукованих дефектів при заресурсних флюенсах.

Реферат (англ)

Interrelation between contributions of radiation-induced DL and precipitate to irradiation hardening of RPV metal for WWER-1000 and WWER-440 is established. It is shown that for RPV metal of WWER-1000, irradiation hardening due to DL dominates over the whole investigated range of fluences (till 16 1023 neutron/m2). For RPV metal of WWER-440, such domination is observed at fluences greater than [40 50] 1023 neutron/m2. It is exhibited that irradiation hardening due to DL is characterized by monotonic increase in strength with fluence growth, whereas hardening due to precipitates has an explicit maximum on the dependence of increase in strength on fluence, which is it specific feature. For investigated RPV steel of WWER-1000, above maximum is observed at fluence 40 1023 neutron/m2. To predict the value of irradiation hardening over the wide fluence range, and to ascertain relation between micro-structural evolution under irradiation and regularities of irradiation hardening, computer simulation of formation and growth of vacancy and interstitial DL in RPV metal was executed in this work under conditions of irradiation hardening typical for WWER-1000 and WWER-440; nucleation and growth of precipitate were simulated as well. Data on fluence dependence of the average values of DL diameters and bulk density was got, which agrees well with experimental evidence for both BM and WM of WWER-440 and WWER-1000. It enabled to obtain prognosis curves of change in these key parameters of radiation-induced defects at over-service-life fluences.

Індекс УДК: 539.219.3;538.931-405, 621.039.51; 621.039.53

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.17

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Комп'ютерне моделювання мікромеханізмів радіаційного зміцнення корпусного металу водо-водяних енергетичних реакторів

Назва продукції (англ): Computer modeling of micromechanisms of radiation strengthening of pressure vessel metal of the water-water energetic reactors

Очікувані результати:

Галузь застосування: Ядерна енергетика

Опис продукції (укр): Результати отримані у проекті спрямовано на рішення фундаментальних проблем ядерної енергетики, що пов'язана з забезпеченням безпечної експлуатації та прогнозуванням залишкового ресурсу корпусних реакторних сталей. Основним фактором, що обмежує ресурс є радіаційне окрихчення, яке пов'язане з утворенням радіаційних дефектів. В зв'язку з цим, актуальними є розробка фізичних уявлень щодо мікромеханізмів радіаційного зміцнення та прогнозування на цій фізичний основі закономірностей впливу флюесу на приріст границі текучості з наступним прогнозом ступеня окрихчення сталі в корпусі реактора. Показано, що для корпусного металу реакторів ВВЕР-1000 в інтервалі флюенсів до 160 1022 нейтрон/м2 основним є радіаційне зміцнення, яке обумовлено радіаційно-індукованими петлями. Для корпусного металу реакторів ВВЕР-440 ця закономірність спостерігається в області більших флюенсів [40 50] 1023 нейтрон/м2. При цьому показано, що радіаційне зміцнення, яке обумовлено дислокаційними петлями, характеризується монотонним зрост

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 2015

Виробник продукції: ННЦ ХФТІ

Споживачі продукції: Атомні станції України

Перспективні ринки: Країни, в яких експлуатуються АЕС

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. V. I. Dubinko, S. Hu, Yu Li, C. H. Henager, Jr. and R.J. Kurtz, Dislocation vs. production bias revisited with account of radiation-induced emission bias. I. Void swelling under electron and light ion irradiation // Philosophical Magazine. - 2012. - doi:10.1080/14786435.2012.704425. 2. V. I. Dubinko, A. V. Dubinko, Modification of reaction rates under irradiation of crystalline solids: contribution from intrinsic localized modes // NIMB_Proceedings-D-12-00109R1. 3. V. Dubinko, R. Shapovalov, Theory of a quodon gas. With application to precipitation kinetics in solids under irradiation // Special Volume of the Springer Verlag series on Wave Phenomena on Localized Excitations in Nonlinear Complex Systems (LENCOS'12), Seville, July 9-12, 2012. 4. В.И. Дубинко, В.А. Кушнир, И.В. Ходак, В.М. Грицина, П.Н. Остапчук, В.П. Лебедев, С.В. Лебедев, Влияние электронного облучения с энергией 0,5 МэВ на деформацию сплава Э110 в интервале температур 10...300 ?С / / Вопросы атомной науки и техники. - 2012. - № 3(79). - С. 226-230. 5. В.И. Дубинко, А.Н. Довбня, В.А. Кушнир, И.В. Ходак, В.П. Лебедев, В.С. Крыловский, С.В. Лебедев, В.Ф. Клепиков, П.Н. Остапчук, Пластификация ГЦК-металлов в процессе электронного облучения // ФТТ. - 2012. - Т. 54. - С. 2314-2320. 6. С.А. Котречко, Н.Н. Стеценко, М.В. Озерский, В.И. Дубинко, А.Е. Волков, В.А. Бородин. Оценка вклада радиационно-индуцированных дислокационных петель и преципитатов в радиационное упрочнение корпусного металла реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 // Вопросы атомной науки и техники. - 2013. - №2 - С.39-45. 7. Котречко С.А., Дубинко В.И., Волков А.Е., Бородин В.А Многоуровневый подход к проблеме прогнозирования радиационного охрупчивания корпусного металла и предельного состояния корпуса реактора // Сборн. трудов XX Международной конференции по физике радиационных явлений и радиационному материаловедению. 10 - 15 сентября, 2012, Алушта, Крым. 8. S. Kotrechko, N. Stetsenko, V. Dubinko, A. Pineau, A. Volkov, V. Borodin, Comparative assessment of irradiation hardening due to dislocation loops and precipitates in the RPV metal of WWER-440 and WWER-1000 reactors // J. Nucl. Mater., to be published.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 65

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Грицина Віктор Михайлович

Дубінко Володимир Іванович

Керівник організації:

Іван Матвійович Неклюдов

Керівники роботи:

Дубінко Володимир Іванович

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.