Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0220U102218

Державний реєстраційний номер: 0116U005362

Відкрита

Дата реєстрації: 11-03-2020

1. Етапи виконання

Номер етапу: 4

Назва етапу: Теоретичне дослідження та багаторівневе моделювання кінетики окиснення та структурної трансформації дисперсних і пористих вуглецевих матеріалів під високотемпературним опроміненням в окиснюючих середовищах. Теоретичне дослідження зниження омічних втрат в резонаторі терагерцового гіротрону шляхом використання періодичних поверхонь резонатору і функціональних метаматеріалів та опис магнітних станів рівноваги й релаксаційних процесів у високоспінових магнетиках. Експериментальне визначення структурних та композиційних характеристик одержаних у термовакуумій установці зразків подрібнених вуглецевих матеріалів.

Початок етапу: 01-2019

Закінчення етапу: 12-2019

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 14312223

Підпорядкованість: Національна академія наук України

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

Телефон: 380573353530

Телефон: 380573351688

E-mail: nsc@kipt.kharkov.ua

WWW: https://www.kipt.kharkov.ua/

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 00019270

Адреса: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Підпорядкованість:

Телефон: 380442343243

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: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 4809.990 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Розвиток наукових основ використання структурно складних функціональних матеріалів і середовищ у альтернативній енергетиці та ресурсозбереженні

Назва роботи (англ)

Development of scientific bases of application of structurally complex functional materials and media in alternative energy and resource saving.

Реферат (укр)

Метою НДР є отримання нових теоретичних й експериментальних результатів з фундаментального фізичного обґрунтування екологічно чистих, енергоефективних і ресурсозаощаджуючих методів одержання структурно-складних функціональних матеріалів альтернативної енергетики, прогнозування й оптимізації їх властивостей та радіаційної стійкості та їх залучення до інноваційних технологій енерго- та ресурсозбереження. Методами багатомасштабного комп'ютерного моделювання досліджені окислення, корозія і радіаційна формозміна ядерних графітів для високотемпературних реакторів IV покоління. Знайдений вплив газодинаміки окислювача на швидкість окислення ядерних графітів під електронним опроміненням. Побудована нова фрактальна модель пористих ядерних графітів різних марок, яка дозволила моделювати кінетику їх окислення й корозії методом кінетичного Монте-Карло. Експериментальні дані з розмірних змін ядерних графітів під реакторним опроміненням феноменологічно описані новою кінетичною моделлю із застосуванням підходу теорії фазових перетворень у віртуальних середовищах. Досліджені дисипативні й селективні властивості ВЧ-структури терагерцового гіротрона для біофізики і медицини і надані рекомендації з оптимізації конструкції резонатору шляхом поздовжнього гофрування, застосування керамічних покрить та функціональних метаматеріалів. Теоретично розглянуті перспективи застосувань високоспінових магнетиків зі спіном 1 і 3/2 і на базі гамільтонова підходу наданий опис фазових станів рівноваги й нерівноважних процесів щодо рівнянь їх динаміки, спектрів колективних збуджень і явищ релаксації. Методами рентгеноструктурного аналізу й електронної мікроскопії високого розділення вперше доведено, що у термовакуумній установці шляхом об'єднання процесу вакуумування і швидкісного термічного нагрівання є можливим одержання нанодисперсного вуглецю (нанографіту) зі зміненим структурним станом, покращеною дисперсністю та наявністю багатошарових нанотрубок і фулерено-подібних утворень розмірами у 10-40 нм.

Реферат (англ)

The research goal is the obtainment of novel theoretical and experimental results considered as a fundamental physical basis of environmentally friendly, energy efficient and resource saving methods of production of structurally complex functional materials for alternative energy, prediction and optimization of their properties and radiation resistance, and their involvement in innovative energy and resources saving technologies. Oxidation, corrosion and radiation forming of nuclear graphites for high temperature GenIV reactors were studied by multiscale computer modeling methods. The oxidant gas dynamics effect on the nuclear graphite oxidation rate under electron irradiation was revealed. A new fractal model of porous nuclear graphite of various grade was built and allowed simulations of its oxidation and corrosion kinetics using the kinetic Monte Carlo method. Experimental data on the dimensional changes of nuclear graphite under reactor irradiation were phenomenologically described with the new kinetic model based on the virtual media phase transitions theory. Dissipative and selective properties of the RF

section of the THz gyrotron for biophysics and medicine were investigated; this resulted in recommendations for a resonator design optimization by its longitudinal corrugation, application of ceramic coatings and functional metamaterials. The application prospects of high spin 1 and 3/2 magnetics were studied theoretically in a Hamiltonian approach, both phase equilibrium states and non-equilibrium processes were described in terms of dynamics equations, collective excitation spectra and relaxation phenomena. By means of the X-ray diffraction and high resolution electron microscopy, it was first proved that the thermal-vacuum (evacuation plus rapid heating) device is capable to obtain the nano-dispersed carbon (nanographite) with altered structure, improved dispersion and the presence of multiwalled nanotubes and fullerene-like formations sized to 10-40 nm.

Індекс УДК: 539.16, УДК 539.1.01...04, 539.16, 621.038.83.002

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.15.15

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Нові теоретичні моделі корозійної поведінки графітів для реакторів IV покоління під опроміненням

Назва продукції (англ): New theoretical models of the corrosion behavior of the GenIV reactor graphites under irradiation

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Дослідження та розробки в галузі природничих та технічних наук

Опис продукції (укр): До аналізу пріоритетних експериментальних даних ННЦ ХФТІ застосований метод багатомасштабного комп'ютерного моделювання з використанням оригінальних й вільно розповсюджуваних програмних засобів. Побудована комп'ютерна модель камери окислення зразків ядерних графітів під електронним опроміненням на прискорювачі ELIAS і знайдений вплив газодинаміки окислювача на швидкість окислення. Запропонована й імплементована нова фрактальна модель пористих ядерних графітів, яка дозволила моделювати кінетику їх окислення й корозії методом кінетичного Монте-Карло. Експериментальні дані з розмірних змін ядерного графіту під реакторним опроміненням з успіхом описані новою кінетичною моделлю на основі підходу теорії фазових перетворень у віртуальних середовищах. Результати пояснюють спостережені емпіричні закономірності, складуть внесок до бази знань МАГАТЕ з властивостей опромінених ядерних графітів та застосовуються у плануванні подальших імітаційних опромінень на прискорювачах ННЦ ХФТІ. Резервом підвищення ККД і селективних властивостей конкуруючих мод перспективних для застосувань у біофізиці й медичній діагностиці джерел субміліметрового НВЧ-випромінювання — терагерцових гіротронів — є використання у конструкціях їх резонаторів інноваційних функціональних матеріалів. Шляхом числового моделювання досліджені селективні властивості гофрованої ВЧ-структури гіротрона на другій гармоніці циклотронної частоти і вперше показано, що омічні втрати потужності для мод в гофрованому хвилеводі подібні до таких у циліндричних металевих хвилеводах з діелектричним керамічним покриттям. Знайдено, що інноваційні покриття, зроблені з метаматеріалів з меншою за одиницю діелектричною проникністю, здатні бути використані до омічної селекції мод і зменшення втрат потужності на стінці резонатору.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів, Економія матеріалів, Зменшення зносу обладнання

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ННЦ "ХФТІ"

Споживачі продукції: ННЦ ХФТІ НАН України, МАГАТЕ, ІРЕ НАН України (м. Харків), Унів. Фукуї (Японія)

Перспективні ринки: ЄС, Франція, Велика Британія, США, Німеччина, Швейцарія, Японія

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

НТП 2

Назва продукції (укр): Нові функціональні матеріали для терагерцових гіротронів з покращеними селективними

властивостями

Назва продукції (англ): New functional materials for terahertz gyrotrons with improved selective properties

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Дослідження та розробки в галузі природничих та технічних наук

Опис продукції (укр): До аналізу пріоритетних експериментальних даних ННЦ ХФТІ застосований метод багатомасштабного комп'ютерного моделювання з використанням оригінальних й вільно розповсюджуваних програмних засобів. Побудована комп'ютерна модель камери окислення зразків ядерних графітів під електронним опроміненням на прискорювачі ELIAS і знайдений вплив газодинаміки окислювача на швидкість окислення. Запропонована й імплементована нова фрактальна модель пористих ядерних графітів, яка дозволила моделювати кінетику їх окислення й корозії методом кінетичного Монте-Карло. Експериментальні дані з розмірних змін ядерного графіту під реакторним опроміненням з успіхом описані новою кінетичною моделлю на основі підходу теорії фазових перетворень у віртуальних середовищах. Результати пояснюють спостережені емпіричні закономірності, складуть внесок до бази знань МАГАТЕ з властивостей опромінених ядерних графітів та застосовуються у плануванні подальших імітаційних опромінень на прискорювачах ННЦ ХФТІ. Резервом підвищення ККД і селективних властивостей конкуруючих мод перспективних для застосувань у біофізиці й медичній діагностиці джерел субміліметрового НВЧ-випромінювання — терагерцових гіротронів — є використання у конструкціях їх резонаторів інноваційних функціональних матеріалів. Шляхом числового моделювання досліджені селективні властивості гофрованої ВЧ-структури гіротрона на другій гармоніці циклотронної частоти і вперше показано, що омічні втрати потужності для мод в гофрованому хвилеводі подібні до таких у циліндричних металевих хвилеводах з діелектричним керамічним покриттям. Знайдено, що інноваційні покриття, зроблені з метаматеріалів з меншою за одиницю діелектричною проникністю, здатні бути використані до омічної селекції мод і зменшення втрат потужності на стінці резонатору.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів, Економія матеріалів, Зменшення зносу обладнання

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ННЦ "ХФТІ"

Споживачі продукції: ННЦ ХФТІ НАН України, МАГАТЕ, ІРЕ НАН України (м. Харків), Унів. Фукуї (Японія)

Перспективні ринки: ЄС, Франція, Велика Британія, США, Німеччина, Швейцарія, Японія

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

Tkachenko V. Odeychuk M., Bulavin L., Borts B., Skoromnaya S. Radiation-Vacancy Model of Graphite Forming // East European Journal of Physics. 2019. No. 4. P. 15–27.

Бакай О. С., Борискін В. М., Дронов Р. М., Горенко Ю. В., Шелепко С. В., Братченко М. І., Дюльдя С. В. Спосіб дослідження корозійної стійкості зразків конструкційних матеріалів. Патент України на корисну модель №136862 від 10.09.2019.

Bakai A. S., Boriskin V. N., Bratchenko M. I., Dronov R. N., Dyuldya S. V., Gorenko Yu. V., Shelepko S. V. The Cell for Electron Irradiation of Stressed Steel Samples in a Supercritical Water Flow for Corrosion Evaluation // Problems of Atomic Science and Technology. Ser.: "Nuclear Physics Investigations". 2019. Iss. 6. P. 171–180.

Shcherbinin V. I., Moskvitina Yu. K., Fesenko V. I., Tuz V. R. Dual-Polarized All-Angle Cloaking of a Dielectric Nanowire by Helical Graphene Ribbons // Phys. Rev. B. 2019. Vol. 100, No. 3. P. 035428(1–9).

Wu S., Yachin V. V., Shcherbinin V. I., Tuz V. R. Chiral Metasurfaces Formed by 3D-Printed Square Helices: A Flexible Tool to Manipulate Wave Polarization // J. Appl. Phys. 2019. Vol. 126, No. 10, P. 103101(1–10).

Fesenko V. I., Kupriianov A. S., Sayanskiy A., Shcherbinin V. I., Trubin A., Tuz V. R. Approach to Analysis of All-Dielectric Free-Form Antenna Systems // Opt. Express. 2019. Vol. 27, No. 16. P. 22363–22374.

Shcherbinin V. I., Kochetov B. A., Hlushchenko A. V., Tkachenko V. I. Cutoff Frequencies of a Dielectric-Loaded Rectangular Waveguide with Arbitrary Anisotropic Surface Impedance // IEEE Trans. Microwave Theory Tech. 2019. Vol. 67, No. 2. P. 577–583.

Maksimenko A. V., Shcherbinin V. I., Hlushchenko A. V., Tkachenko V. I., Avramidis K. A., Jelonnek J. Starting Currents for Eigenmodes of a Gyrotron Cavity with Mode Conversion // IEEE Trans. Electron Devices. 2019. Vol. 66, No. 3, P. 1552–1558.

Shcherbinin V. I., Tkachenko V. I., Avramidis K. A., Jelonnek J. Coaxial Cavity With Stepped Inner Conductor for a Sub-Terahertz Second-Harmonic Gyrotron With Broadband Continuous Frequency Tuning // IEEE Trans. Electron Dev. 2019. Vol. 66, No. 12. P. 5313–5320.

Maksimenko A. V., Shcherbinin V. I., Tkachenko V. I. Coupled-Mode Theory of an Irregular Waveguide with Impedance Walls // J. Infrared. Millim. Terahertz Waves., 2019. Vol. 40, No. 6. P. 620–636.

Tkachova T. I., Shcherbinin V. I., Tkachenko V. I. Selectivity Properties of Cylindrical Waveguides with Longitudinal Wall Corrugations for Second-Harmonic Gyrotrons // J. Infrared. Millim. Terahertz Waves. 2019. Vol. 40, No. 10. P. 1021–1034.

Marchenko I. G., Marchenko I. I. Temperature-Abnormal Diffusivity in Tilted Periodic Potentials // JETP Letters. 2019. Vol. 109, No. 10. P. 671–675.

Tkachova T. I., Shcherbinin V. I., Tkachenko V. I. Mode Selection by Ohmic Losses in Longitudinally Corrugated Cavities of Sub-THz Second-Harmonic Gyrotrons // Problems of Atomic Science and Technology. 2019. Iss. 4(122). P. 31–34.

Tkachenko I. V., Tkachenko V. I. A Fractal Accelerator on the Basis of a Corrugated Plasma Waveguide with Superconducting Walls // Problems of Atomic Science and Technology. 2019. Iss. 4(122). P. 59–64.

Marchenko I. G., Kulik A. P., Podshyvalova O. V. Radiation-Indused Motion of Liquid Inclusions in Alkali Halide Crystals // Problems of Atomic Science and Technology. 2019. Iss. 2(120). P. 13-19.

Glushchenko A., Kovalevsky M., Matskevych V. Spectra of Collective Excitations and Low-Frequency Asymptotics of Green's Functions in Uniaxial and Biaxial Ferrimagnetics // East European Journal of Physics. 2019. No. 1. P. 46–54.

Марченко И. Г., Марченко И. И., Ткаченко В. И. Температурная зависимость диффузии в периодических наклонных потенциалах: от недодемпфированых систем к передемпфированым // East Eur. J. Phys. 2018. Vol. 4. No. 4. P. 58–68.

Tkachenko V., Andreeva O., Bulavin L. The Stability of a Rotating and Heated from Below Horizontal Cylindrical Layer of a Viscous, Incompressible Liquid with Free Boundaries // East European Journal of Physics. 2019. No. 4, P. 18–33.

Малько М. М., Марченко І. І., Марченко І. Г., Комп'ютерне моделювання процесів дифузії у похилих просторово-періодичних потенціалах // Вісник НТУ ХПІ. Сер. «Системний аналіз, управління та інформаційні технології». 2019. №1. С. 43-47.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 83

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Керівник організації:

Шульга Микола Федорович (д. ф.-м. н., акад.)

Керівники роботи:

Ткаченко Віктор Іванович (д. ф.-м. н., професор)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.