Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0222U003203

Державний реєстраційний номер: 0121U109316

Відкрита

Дата реєстрації: 21-02-2022

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Проведення експериментів на Урагані-2М щодо створення плазми за допомогою ВЧ антени, подібної до антени стеларатора Вандельштайн-7екс. Модернізація існуючих на стелараторі У-2М діагностик і адаптація нових діагностик. Дослідження різних сценаріїв обробки внутрішніх вакуумних поверхонь. Вивчення утримання і нестійкостей плазми У-2М. вивчення ролі швидких частинок в стійкості плазми.

Початок етапу: 01-2021

Закінчення етапу: 12-2021

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, буд. 1, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61108, Україна

Телефон: 380573353530

Телефон: 380573351688

Телефон: 380573356425

E-mail: nsc@kipt.kharkov.ua

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

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

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

Код ЄДРПОУ/ІПН: 14312223

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

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380573353530

Телефон: 380573351688

Телефон: 380573356425

E-mail: nsc@kipt.kharkov.ua

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

Назва організації: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 00019270

Адреса: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01061, 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: 12510.000 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Дослідження високочастотного створення та нагріву плазми, комбінованих розрядів і розрядів постійного струму для обробки стінок вакуумних камер та вдосконалених методів діагностики плазми і стану вакуумних поверхонь.

Назва роботи (англ)

Investigation of high-frequency generation and heating of plasma, combined discharges and discharges of direct current for treatment of walls of vacuum chambers and advanced methods of diagnostics of plasma and condition of vacuum surfaces.

Реферат (укр)

Відпрацьовано можливість роботи двонапіввиткової антени в режимі чистки внутрішніх поверхонь вакуумної камери в малому магнітному полі без попередньої передіонізації, в водневому плазмовому розряді. Двонапіввиткова антена може створювати плазму та підтримувати густину плазми до 7×1011 см-3 протягом усього імпульсу. Порівняння результатів вимірювань до обробки стінки та після в малому магнітному полі показали підвищення параметрів плазми (густини та температури) в робочих (в сильних магнітних полях) ВЧ розрядах після обробки стінки та зменшення парціального тиску залишкових газів (мас-спектрометричні вимірювання). Вдосконалено методику вимірювання термодесорбції робочих газів з нержавіючої сталі. Для оцінки відсоткового вмісту робочого газу в загальному обсязі газів, десорбованих при нагріванні зондів, запропоновано, поряд з одночасним вимірюванням парціального тиску робочого газу та загального газовиділення на одному зонді, проводити почергове вимірювання парціальних тисків основних залишкових газів (H2O, CO, CO2) на трьох інших зондах, підданих аналогічній плазмовій обробці, як і перший зонд. Відсотковий вміст робочого газу в суміші десорбованих газів визначався як відношення виміряного парціального тиску робочого газу до суми парціального тиску основних залишкових газів. Досліджено залежності потоків атомів перезарядки (СХ) у трьох типах розрядів У-2М через аналізатор нейтральних частинок (НПА). Потік СХ відповідає перпендикулярній енергії іонів плазми. Нейтральні потоки СХ були виміряні в плазмових розрядах, які підтримуються двонапіввитковою антеною типу В-7екс. Виконано узагальнення як авторських, так і літературних даних присвячених застосуванню рефракції мікрохвиль у неоднорідній плазмі для її діагностики. Наведено основні методи мікрохвильової діагностики неоднорідної плазми, що використовують рефракцію мікрохвиль. Показано шляхи розширення області застосування рефракції мікрохвиль для

діагностики плазми.

Реферат (англ)

The possibility of operation of a two-coil antenna in the mode of cleaning the inner surfaces of the vacuum chamber in a small magnetic field without prior preionization, in a hydrogen plasma discharge has been tested. The twin-coil antenna can generate plasma and maintain a plasma density of up to 7 × 1011 cm-3 throughout the pulse. Comparison of measurements before and after treatment of the wall in a small magnetic field showed an increase in plasma parameters (density and temperature) in working (in strong magnetic fields) RF discharges after wall treatment and a decrease in partial pressure of residual gases (mass spectrometric measurements). The method of measuring the thermal desorption of stainless steel working gases has been improved. To estimate the percentage of working gas in the total volume of gases desorbed by heating the probes, it is proposed, along with simultaneous measurement of partial pressure of working gas and total gas emissions on one probe, to alternate measurement of partial pressure of basic residual gases (H2O, CO, CO, CO other probes subjected to the same plasma treatment as the first probe. The percentage of working gas in the mixture of desorbed gases was defined as the ratio of the measured partial pressure of the working gas to the sum of the partial pressure of the main residual gases. The dependences of the recharging atom (C) fluxes in three types of U-2M discharges through the neutral particle analyzer (NPA) have been studied. The CX flux corresponds to the perpendicular energy of the plasma ions. Neutral CX fluxes were measured in plasma discharges supported by a B-7ex double-coil antenna. The generalization of both author 's and literature data devoted to the application of microwave refraction in inhomogeneous plasma for its diagnosis is performed. The main methods of microwave diagnostics of inhomogeneous plasma using microwave refraction are presented. Ways to expand the scope of microwave refraction for plasma diagnosti

Індекс УДК: 533.9.004.14; 621.039.6

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.27.51

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Відпрацьовано можливість роботи двонапіввиткової антени в режимі чистки внутрішніх поверхонь вакуумної камери в малому магнітному полі без попередньої передіонізації в водневому плазмовому розряді.Вдосконалена методика вимірювання термодесорбції робочих газів з нержавіючої сталі.

Назва продукції (англ): The possibility of operation of a two-coil antenna in the mode of cleaning the inner surfaces of the vacuum chamber in a small magnetic field without prior preionization in a hydrogen plasma discharge has been worked out.

Очікувані результати: Технології, Методи, теорії

Галузь застосування: Реакторна техніка (73.10.0)

Опис продукції (укр): Двонапіввиткова антена може створювати плазму та підтримувати густину плазми до 7×1011 см-3 протягом усього імпульсу. Порівняння результатів вимірювань до обробки стінки та після чистки внутрішніх вакуумних поверхонь плазмою ВЧ розряду в малому магнітному полі показали підвищення параметрів плазми (густини та температури) в робочих (в сильних магнітних полях) ВЧ розрядах після обробки стінки та зменшення парціального тиску залишкових газів (мас-спектрометричні вимірювання). Вдосконалено методику вимірювання термодесорбції робочих газів з нержавіючої сталі. Для оцінки відсоткового вмісту робочого газу в загальному обсязі газів, десорбованих при нагріванні зондів, запропоновано, поряд з одночасним вимірюванням парціального тиску робочого газу та загального газовиділення на одному зонді, проводити почергове вимірювання парціальних тисків основних залишкових газів (H2O, CO, CO2) на трьох інших зондах, підданих аналогічній плазмовій обробці, як і перший зонд. Відсотковий вміст газового компоненту в суміші десорбованих газів визначався як відношення виміряного парціального тиску компоненту до суми парціальних тисків основних залишкових газів. Досліджено залежності потоків атомів перезарядки (CX) у трьох типах розрядів У-2М через аналізатор нейтральних частинок (НПА) Ця робота демонструє експериментальні докази зв'язку між іонною циклотронною зоною та іонним нагріванням. Ця інформація може бути використана для подальших досліджень ВЧ-механізмів нагріву іонів у стелараторі У-2М.

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

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 01.202112.2021

Виробник продукції: ІФП ННЦ ХФТІ

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. Yu. Kovtun, T. Wauters, A. Goriaev, S. Möller, D. López-Rodríguez, K. Crombé, S. Brezinsek, A. Dinklage, D. Nicolai, Ch. Linsmeier, M. Van Schoor, J. Buermans, S. Moon, R. Ragona, P. Petersson. Comparative analysis of the plasma parameters of ECR and combined ECR + RF discharges in the TOMAS plasma facility. Plasma Phys. Control. Fusion. 2021, Vol. 63, p. 125023. DOI:10.1088/1361-6587/ac3471

2. S. Kamio, V.E. Moiseenko, Yu.V. Kovtun, H. Kasahara, K. Saito, R. Seki, M. Kanda, G. Nomura, T. Seki, Y. Takemura, T. Wauters, R. Brakel, A. Dinklage, D. Hartmann, H. Laqua, T. Stange, A. Alonso, S. Lazerson, Ye. Kazakov, J. Ongena, H. Thomsen, G. Fuchert, I.E. Garkusha. First experiments on plasma production using field-aligned ICRF fast wave antennas in the large helical device. Nucl. Fusion. 2021, Vol. 61, p. 114004. DOI:10.1088/1741-4326/ac277b

3. S. Moon, P. Petersson, P. Brunsell, M. Rubel, A. Goriaev, R. Ragona, S. Möller, S. Brezinsek, D. Nicolai, C. Linsmeier, Y. Kovtun, T. Wauters. Characterization of neutral particle fluxes from ICWC and ECWC plasmas in the TOMAS facility. Phys. Scr. 2021, Vol. 96, p. 124025. DOI:10.1088/1402-4896/ac2494

4. Yu.V. Kovtun, G.P. Glazunov, V.E. Moiseenko, S.M. Maznichenko, M.N. Bondarenko, A.L. Konotopskiy, Y.V. Siusko, I.K. Tarasov, A.N. Shapoval, A.V. Lozin, V.B. Korovin, E.D. Kramskoy, M.M. Kozulya, D.I. Baron, V.M. Listopad, A.Yu. Krasiuk. Development of Technology for Vacuum Surface Conditioning by RF Plasma Discharge Combined with DC Discharge. Science Innov. 2021. V. 17, No. 4, pp. 33-43. DOI:10.15407/scine17.04.033

5. A.V. Lozin, Yu.V. Kovtun, V.E. Moiseenko, S.M. Maznichenko, D.I. Baron, M.M. Kozulya, A.Yu. Krasyuk, V.M. Listopad, V.Yu. Gribanov, Yu.P. Martseniuk. Uragan-2m gas mixing system Problems of atomic science and technology. Series: Plasma Electronics and New Methods of Acceleration. 2021. № 4, p.195-199. DOI:10.46813/2021-134-195

6. G.P. Glazunov, D.I. Baron, S.M. Maznichenko, V.E. Moiseenko, M.N. Bondarenko, M.V. Gnidenko, V.Yu. Gribanov, A.L. Konotopskiy, Yu.V. Kovtun, M.M. Kozulya, A.Yu. Krasyuk,V.M. Listopad, N.V. Limar, A.V. Lozin, F.I. Ozherelev, V.K. Pashnev, R.O. Pavlichenko,N.P. Ponomarenko, E.Syusko, A.I. Lyssoivan, T.Wauters, A. Goryaev and I.E. Garkusha. Thermal desorption diagnostics in the Uragan-2M stellarator. Fusion Engineering and Design. 2021, v. 170, p. 112716. DOI:10.1016/j.fusengdes.2021.112716

7. A. Goriaev, T. Wauters, S. Möller, R. Brakel, S. Brezinsek, J. Buermans, K. Crombé, A. Dinklage, R. Habrichs, D. Höschen, M. Krause, Yu. Kovtun, D. López-Rodríguez, F. Louche, S. Moon, D. Nicolai, J. Thomas, R. Ragona, M. Rubel, T. Rüttgers, P. Petersson, P. Brunsell, Ch. Linsmeier, and M. Van Schoor. The upgraded TOMAS device: A toroidal plasma facility for wall conditioning, plasma production, and plasma–surface interaction studies. Rev. Sci. Instrum. 2021, Vol. 92, p. 023506. DOI:10.1063/5

8. Y.V. Siusko, Yu.V. Kovtun. An application of microwaves refraction for inhomogeneous plasma diagnostic. Problems of Atomic Science and Technology. Series: Plasma Physics. 2021, №1. p. 163-170. DOI:10.46813/2021-131-163

9. Yu.V. Kovtun, V.E. Moiseenko, S.M. Maznichenko, A.V. Lozin, V.B. Korovin, E.D. Kramskoy, Y.V. Siusko, M.M. Kozulya, A.Yu. Krasiuk, V.M. Listopad, D.I. Baron. Design and application of glow discharge cleaning at Uragan-2m stellarator. Problems of Atomic Science and Technology. Series: Plasma Physics. 2021, №1, p. 19-24. DOI:10.46813/2021-131-019

10. V.E. Moiseenko, Yu.V. Kovtun, I.E. Garkusha. Status and prospects in stellarator research at IPP KIPT. Problems of Atomic Science and Technology. Series: Plasma Physics. 2021, №1, p. 3-8. DOI:10.46813/2021-131-003

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 55

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

БАРОН Дем'ян Ілліч

ГЛАЗУНОВ Геннадій Петрович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

ДРЕВАЛЬ Микола Борисович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Ковтун Юрій Вікторович (к. ф.-м. н., с.д.)

КРАСЮК Олександр Юрійович

КУЛИК Юлія Сергіївна

ЛИСТОПАД Віктор Михайлович

ЛОЗІН Олексій Васильович

МАЗНІЧЕНКО Сергій Михайлович

Керівник організації:

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

Керівники роботи:

Моісеєнко Володимир Євгенійович (к. ф.-м. н., ст.н.с.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.