



Ідентифікатор подання: 9

Тип: Секційна доповідь

Йонні циклотронні коливання в омічних розрядах токамаків

понеділок, 26 травня 2025 р. 15:35 (20 хвилин)

Йонне циклотронне випромінювання (ЙЦВ), викликане інжекцією пучків нейтральних атомів, йонним циклотронним резонансним нагріванням та реакціями термоядерного синтезу, спостерігалось в багатьох тороїдальних термоядерних пристроях та добре вивчено теоретично. Набагато менше уваги приділялося ЙЦВ в омічних розрядах токамаків. Хоча саме в таких розрядах, ще у 80-х роках [1], вперше спостерігалось ЙЦВ, на даний момент відсутня єдина точка зору стосовно природи ЙЦВ у плазмі без джерел швидких йонів. Цей факт стимулював наші дослідження, спрямовані на вивчення фізичних процесів, відповідальних за збудження хвиль з частотами, близькими до гармонік йонної гірчастоти в омічних розрядах. Зокрема, у нещодавній роботі [2] відкрито новий механізм збудження циклотронних коливань у плазмі з максвелівським розподілом по швидкостях. А саме, було показано, що градієнт температури надтеплових частинок, як йонів, так і електронів, може значно підсилити дестабілізуючий вплив неоднорідності плазми на циклотронні коливання. Проте питання відповідності експерименту розвиненої теорії лишалось відкритим. У цій роботі застосовано критерій нестійкості, отриманий у [2], до конкретних експериментів на сферичному токамаку MAST-U [3]. Знайдено, що зазначений критерій задовольняється при $r/a \sim 0.7$ на зовнішньому обводі тору, тобто в області плазми де знаходиться джерело ЙЦВ, див. Мал. 1. Крім того, вивчено інший механізм, дестабілізуючий йонні циклотронні хвилі – наявність електричного струму у плазмі токамаків.

[1] W. H. M. Clark, "Measurement of emission in the ion cyclotron frequency range for Ohmic and ICRH discharges in TFR," in Proceedings of Fourth International Symposium on Heating in Toroidal Plasma, Vol. 1, edited by H. Knoepfel and E. Sindoni, Rome, 1984, Vol.1, pp. 385–391.

[2] Ya.I. Kolesnichenko, V.V. Lutsenko, A.V. Tykhyu, Phys. Plasmas 31, 042107 (2024)

[3] N.A. Crocker et al., "New experimental measurements of core ion cyclotron emission via Doppler backscattering in MAST-U Ohmic plasmas," in 30th ITPA Topical Group meeting on Energetic Particle Physics (Culham Centre for Fusion Energy, 2023).

Робота підтримана грантом департаменту енергетики США № DE-FG02-06ER54867 через Партнерську угоду P786/UCI між Університетом Каліфорнії, Ірвайн, Науково-технологічним Центром в Україні та Інститутом ядерних досліджень.

Матеріали роботи доповідалися на конференції з енергійних частинок (ТМЕР-2025), м. Севілья, Іспанія (березень 2025 р.)

Authors: Проф. KOLESNICHENKO, Yaroslav (Institute for Nuclear Research, Kyiv); Д-р. LUTSENKO, Vadym (Institute for Nuclear Research, Kyiv); Д-р. TYKHYY, Anton (Institute for Nuclear Research, Kyiv); Д-р. CROCKER, Neal (University of California, Los Angeles)

Доповідач: Д-р. LUTSENKO, Vadym (Institute for Nuclear Research, Kyiv)

Тип засідання: Фізика плазми та керований термоядерний синтез

Класифікація за напрямком: Фізика плазми та керованого термоядерного синтезу