

ДИПОЛЬНА КОМПОНЕНТА РАДІОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ФАКЕЛУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ

В.І. Маренков

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, 65026 Одеса, Україна, e-mail: maren0@ukr.net

Горіння конденсованого пального в умовах окислювального газового середовища зазвичай супроводжується виникненням високотемпературного факелу продуктів згоряння, який є джерелом випромінювання електромагнітних хвиль в широкому діапазоні частот (від ультрафіолету до довгих хвиль радіодіапазону). Кожна складова електромагнітного сигналу гетерогенної плазмової системи (ГПС), що нею, внаслідок квазінейтральності в областях локально-термодинамічної рівноваги (ЛТР), власне і є факел, несе в собі певну інформацію, щодо електрон-іонних процесів плазми в об'ємі ГПС. За характеристиками видимого випромінювання визначають температуру і склад плазми продуктів згоряння та відносьне утримання компонентів газової фази. В той же час, звичайні спектроскопічні методи не дають можливості визначити параметри дисперсної підсистеми продуктів згоряння – конденсованих макрочастинок (КМ) (дисперсні частинки оксидів, сажі, тощо), які виникають в процесі горіння. Так, КМ в плазмі продуктів згоряння металів характеризуються геометричними розмірами $r_p \in [10^{-3}, 10]$ мкм, несуть на собі високі заряди $|z| \in [1, 10^6]$ одиниць елементарного заряду, та суттєво впливають, а, найчастіше – визначають електрофізичні параметри плазмової системи [1]. КМ в продуктах згоряння є вільними зарядами газової фази, і здійснюють хаотичний броунівський рух в самоузгодженому полі ГПС. На рівні окремої макрочастинки даний рух здійснюється в самоузгодженому електромагнітному полі ГПС, кожного моменту часу характеризується певним прискоренням в лабораторній системі відліку та асистується довгохвильовим електромагнітним радіочастотним випромінюванням [2].

Найбільш актуальна для впровадженнь і невирішена проблема – визначення функціонального зв'язку характеристик випромінювання плазми продуктів згоряння в радіодіапазоні з її визначальними термодинамічними та електрофізичними параметрами – виокремлює коло основних задач вирішених у роботі: 1) Грунтуючись на уявленнях статистичної чарункової моделі ГПС, у наближенні ЛТР розбудовано нову фізичну модель ангармонійного руху вільних зарядів у плазмовому факелі продуктів згоряння диспергованого конденсованого пального; 2) Визначено характеристики коливних мод структурних елементів ГПС та встановлено їх функціональні залежності від визначальних термодинамічних параметрів; 3) Показано, що в об'ємі факелу максимальна інтенсивність радіочастотного сигналу забезпечується малими коливаннями заряджених структур-

них елементів ГПС (електронів, іонів, КМ) в пристінкових областях (поблизу поверхонь КМ) чарунок електронейтральності; 4). Отримано амплітудно-частотну функцію коливних мод КМ та електронного компоненту плазми продуктів згоряння стехіометричної суміші диспергованого алюмінію та окислювального газу; 5) В обчислювальному комп'ютерному експерименті визначено параметри коливань КМ та ефективні значення питомої спектральної потужності радіочастотного сигналу факелу продуктів згоряння.

На рис. 1 в логарифмічному масштабі наведено полосу дипольного випромінювання електронів плазми продуктів згоряння алюмінію в залежності від їх радіальної локалізації – δ_0 в чарунках електро-нейтральності плазми. Розподіл питомої потужності радіочастотного сигналу дипольних ангармонійних коливань електронного компоненту плазми представлено на рис. 2. Модуль проекції вектора флуктуаційного зміщення електронів в чарунках $C_{\xi}^z - \bar{\xi} = (\bar{\delta} - \bar{\delta}_0)$ на радіус $\bar{\delta}_0$ визначає спектральну складову потужності радіосигналу (рис. 2).

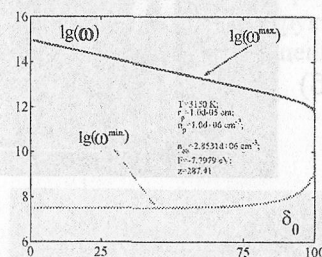


Рис. 1. Полоса радіочастот електронів плазми продуктів згоряння (ППЗ).

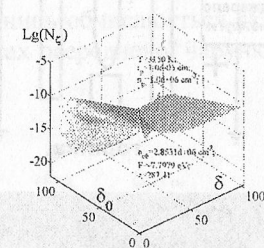


Рис. 2. Розподіл потужності N_{ξ} за модами коливань електронів.

Проведено порівняльний аналіз та співставлення результатів з даними експериментів Інституту горіння та нетрадиційних технологій ОНУ. Відмічено добре узгодження (якісне і кількісне) даних запропонованої моделі та натурного експерименту.

Література:

1. Marenkov V.I. Collective Mode of Vibrations in the Subsystems of Charged Macroparticles in Liquid Heterogeneous Plasma Medium // PLM MP, May 21-24, 2010, Kyiv, Ukraine, Abstracts. – P. 32.
2. Marenkov V.I. The Equilibrium Ionization of Plasma with Macroparticles Interacting with Thermostat // 24-th Symposium n Plasma Physics and Technology, 14th-17th June, 2010, Prague, Czech Republic. – PP. 130 – 131.