UDC 533.9 https://doi.org/10.15407/itm2023.04.040

Д. М. ЛАЗУЧЕНКОВ, М. М. ЛАЗУЧЕНКОВ

ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАДЗВУКОВОГО ПОТОКУ ПЛАЗМИ ГАЗОРОЗРЯДНОГО ДЖЕРЕЛА ЗА ВИМІРЮВАННЯМ СТРУМУ ІЗОЛЬОВАНОЮ ЗОНДОВОЮ СИСТЕМОЮ

Інститут технічної механіки
Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,
15, вул. Лешко-Попеля, Дніпро, 49005, Україна; e-mail: lazuch.dn@gmail.com

Метою роботи є розробка процедури відновлення кінетичних параметрів заряджених частинок у надзвуковому струмені газорозрядного джерела беззіштовхувальної плазми за результатами вимірювань струму, що збирається ізольованою зондовою системою з поперечно обтічними циліндричними електродами. На основі отриманих раніше математичної моделі збирання струму ізольованою зондовою системою та асимптотичного рішення для зондового струму в області насичення електронів отримано співвідношення, що зв'язують температуру, спрямовану швидкість іонів і температуру електронів надзвукового струменя плазми з результатами вимірювань зондових струмів.

Досліджено вплив параметрів зондової системи та похибки вимірювання струмів та напруги на достовірність діагностики газорозрядної плазми двоатомного робочого газу. В рамках моделі збирання зондового струму для області насичення електронів отримано числові та аналітичні оцінки похибок відновлення кінетичних параметрів плазми залежно від геометричних параметрів зондової системи, точності вимірювання зондових струмів та потенціалів зміщення зонда щодо потенціалу опорного електрода. Визначено оптимальні відношення площин вимірювального та опорного електрода ізольованої зондової системи та умови вимірювань зондових струмів для адекватного оцінювання середньої кінетичної енергії та швидкості спрямованого руху іонів у надзвуковому струмені газорозрядної плазми. Наведено апріорні кількісні характеристики впливу похибок зондових вимірювань на достовірність відновлення кінетичних параметрів заряджених частинок.

Розроблена процедура та отримані оцінки похибки відновлення кінетичних параметрів плазми дозволяють вибрати параметри зондової системи та оцінити необхідну точність вимірювань під час планування та проведення експериментів з діагностики лабораторної плазми.

Ключові слова: *струмінь беззіштовхувальної плазми, кінетична енергія заряджених частинок, швидкість спрямованого руху іонів, математична модель збирання струму, область насичення електронів, оцінки похибки відновлення параметрів.*

1. *Габович М. Д.* Физика и техника плазменных источников ионов. М., Атомиздат, 1972. 304 с.
2. *Shuvalov V. A., Pis'mennyi N. I., Lazuchenkov D. N., Kochubey G. S.* Probe diagnostics of laboratory and ionospheric rarefied plasma flows. Instruments and Experimental Techniques. 2013. V. 56. No. 4. P. 459–467. https://doi.org/10.1134/S002044121304009X
3. *Chung P. M., Talbot L., Touryan K. J.* Electric Probes in Stationary and Flowing Plasmas. Springer-Verlag, 1975. 150 p. https://doi.org/10.1007/978-3-642-65886-0
4. *Lazuchenkov D. N., Lazuchenkov N. M.* Determination of the parameters of a supersonic dissociated rarefied plasma flow by current-voltage characteristics of insulated system of cylindrical probes. Tech. Mech. 2020. No. 2. P. 80–88. https://doi.org/10.15407/itm2020.02.080
5. *Lazuchenkov D. N.* Determination of plasma parameters in a jet of a gas-discharge source using an insulated probe system with cylindrical electrodes. Tech. Mech. 2022. No. 4. P. 121–130. https://doi.org/10.15407/itm2022.04.121
6. *Lazuchenkov D. N.* Determination of the electron temperature in a supersonic jet of a gas-discharge source from current measurements by an insulated probe system. Tech. Mech. 2023. No. 2. P. 74–83. https://doi.org/10.15407/itm2023.02.074
7. *Lazuchenkov D. N., Lazuchenkov N. M.* Calculation of the ion current to a conducting cylinder in a supersonic flow of a collisionless plasma. Tech. Mech. 2022. No. 3. P. 91–98. https://doi.org/10.15407/itm2022.03.091
8. Plasma Diagnostics. W. Lochte-Holtgreven (Ed.). New York: AIP Press, 1995. 945 p.
9. *Shuvalov V. A., Gubin V. V.* Determination of the degree of nonisothermality of rarefied plasma flows by probe methods. High Temperature Science. 1979. V. 16, No. 4, P. 593–596.

Отримано 27.10.2023,
в остаточному варіанті 29.11. 2023