

О. Б. Шпенник, А. М. Завілопуло

ПЛАЗМОТРОН — ДЖЕРЕЛО ІОНІВ МЕТАЛІВ

Останнім досягненням фізики електронних зіткнень є експериментальне вивчення процесів взаємодії заряджених частинок (електронів і іонів) [1, 2]. Важливість таких досліджень для інтерпретації термоядерних реакцій, астрофізичних явищ та для розробки іонних двигунів важко переоцінити.

Головна трудність експериментального дослідження електронно-іонних зіткнень обумовлена неможливістю одержання достатньо великої концентрації іонів у місці взаємодії пучків. Тому розробка високоекономічних іонних джерел з великою густиною іонного пучка є дуже актуальною.

У даній роботі описується високостабільне і економічне джерело іонів металів з достатньо високою густиною іонного пучка при невеликих витягуючих потенціалах, призначене для вивчення електронно-іонних зіткнень.

На рис. 1 показано схему іонного джерела¹. Він складається з розрядної камери, в якій розміщується катод K , зонд, Z і діафрагма D (корпус розрядної камери одноразово служить і анодом), резервуара P , витягуючого електрода B , охоронного циліндра O та колектора іонів L . Основні деталі джерела виготовлялись із нержавіючої сталі, а катод з торійованого вольфраму ф-0,15 мм. Щілинки в електродах прямокутної форми: в D — $3 \times 0,8$ мм², в A — $0,12 \times 3$ мм², в B — $1,2 \times$

¹ Ряд деталей джерела в процесі роботи видозмінювався і на це буде вказано там, де це необхідно.

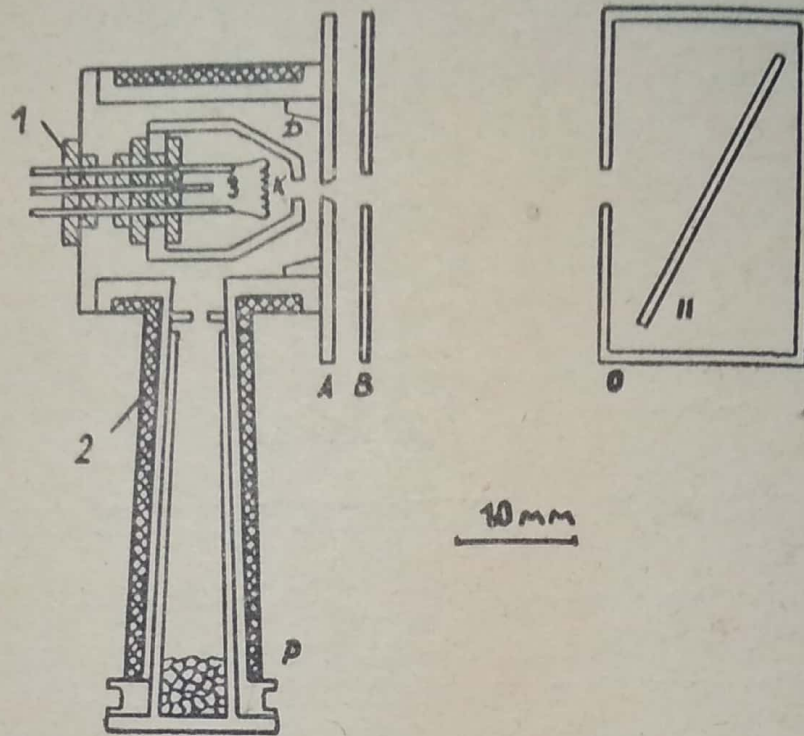


Рис. 1. Плазмотрон:

1 — керамічні ізолятори; 2 — підігрівач з тепловим екраном.

3,5 мм², і в О — 2×4 мм². Пари металу подавались в розрядну камеру підігріванням резервуара Р, а тиск визначався за температурою найхолоднішої частини резервуара². Розрядна камера прогрівалась на 25—30° вище температури резервуара для запобігання конденсації металу на стінках камери та ізоляторах.

Як видно з рис. 1, дуговий розряд низької густини горить між термокатодом К і анодом А. Розряд стискується діафрагмою D, розміщеною між катодом і анодом, який служить для збільшення густини іонізації. Найбільша густина струму одержувалась при плаваючому потенціалі на діафрагмі. Для полегшення запалення дуги використовувався зонд З, на який короткочасно подавався потенціал анода. Експериментальні дослідження показали, що використання анода такої конструкції (див. рис. 1) в протипагу існуючим [3] приводить до значно більшої економічності джерела при тій же густині іонного струму і повністю запобігає напilenню робочого тіла на стінки вакуумної камери. Іони

² Джерело працювало нормально в діапазоні тиску парів $3 \cdot 10^{-3} - 8 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст.

з розрядної камери витягувались потенціалом (~ 1000 в), прикладеним до витягуючого електрода B і далі рееструвались колектором K , оточеним охоронним циліндром O .

Вищеописаний плазмотрон випробувався на атомах цинку, кадмію, літію. Джерело поміщали у вакуумну камеру об'ємом 70 л, яка відкачувалась дифузійним насосом до тиску $1 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. Нижче наводяться основні параметри джерела, де як робоче тіло використаний цинк,

струм дуги	— 0,25 а;
напруга дуги	— 30 в;
потенціал витягуючого електрода	— 1100 в;
іонний струм	— 100 мка;
густина струму	— 27 ма/см ² ,

а крива залежності іонного струму від витягуючого потенціалу наведена на рис 2. Візуальне спостереження за пучком показало, що він має правильну геометричну форму і подвоює свої розміри на відстані близько 3 см. За 5 годин безперервної роботи, після встановлення оптимального режиму, іонний струм змінювався не більше ніж на 2% від початкової величини. Після 20—30 годин роботи джерела значних відхилень від норми не спостерігалось.

Таким чином, це джерело задовольняє тим вимогам, які ставляться перед іонними джерелами, і є найбільш придатним для вивчення процесів при електронно-іонних зіткненнях.

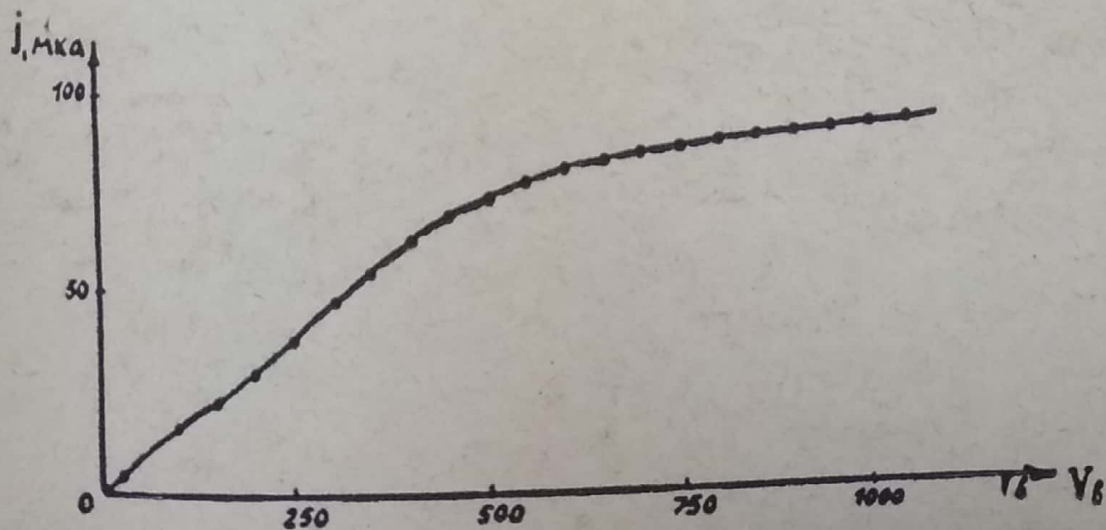


Рис. 2. Залежність іонного струму на колектор від витягуючого потенціалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. K. T. Dolder, M. F. Harrison, P. C. Thonemann, Proc. Roy. Soc., A 264, 367, 1961.
2. W. C. Lineberger, J. W. Hooper, E. W. Mc Daniel, Phys. Rev., 141, 151, 1966.
3. М. Д. Габович, Плазменные источники ионов, «Наукова думка», К., 1964.