

Особености при експлоатацията на микроканалните пластини в лабораторни условия

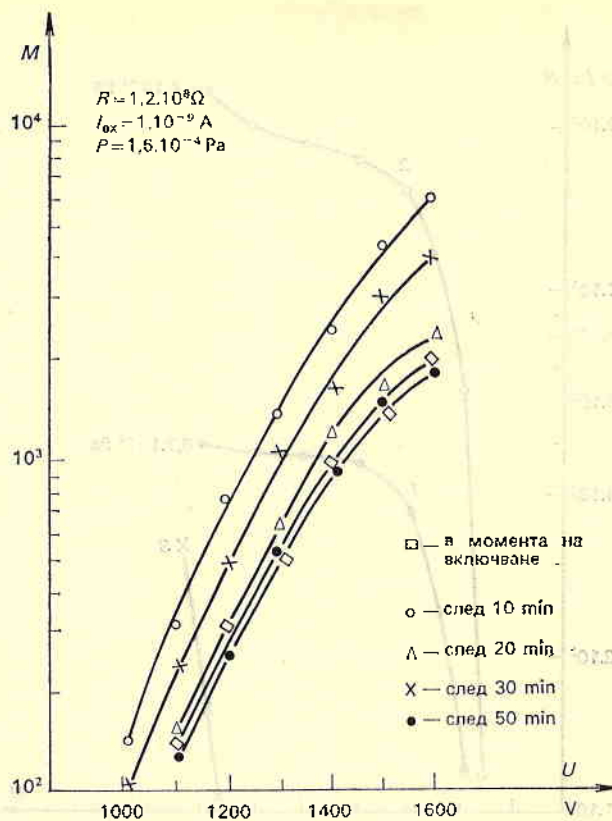
Юлика Симеонова

Институт за космически изследвания, БАН

Капалните електронни умножители от типа микроканални пластини (МКП) се използват в различни области на физическия експеримент — от маспектрометрията [1] и изучаването на атомните взаимодействия [16] до астрофизическите [2, 17] и космическите изследвания [3, 18]. В условията на естествен космически вакуум те са особено удобни при регистрацията на много слаби лъчения [4, 5, 6, 19] и потоци частици [20] с възможност за провеждане на многомерен анализ [7, 8]. Предимствата на МКП при регистрацията на ниско енергетични заредени частици са описани в [9, 10], а възникването на някои нови приложения [11, 21] показва, че изследователският интерес към тях не е загубил актуалност.

Нарасналите възможности за приложение пораждат някои нови експлоатационни особености. В електронно-оптическите пресобразуватели и в приборите за нощно виждане, с които са свързани първите приложения на МКП [12], необходима работна среда е стационарният висок „безмаслен“ вакуум. В условията на лабораторния експеримент вакуумът е нестационарен и честото пускане на въздух във вакуумната система е неизбежно, докато при някои прецизни физически изследвания е необходим контрол върху спектъра на газоотделяне на самата МКП [1, 15, 21]. Цел на настоящото изследване е да се определят особеностите на експлоатацията на МКП в лабораторни условия, свързани с влиянието на вакуума като необходима работна среда.

Известно е, че експлоатацията на МКП изисква висок вакуум — 10^{-3} — 10^{-5} Pa. Що се отнася до данните относно режима на предварителната им обработка във вакуум, те са доста различни. Това е свързано с различията в технологията и начина на съхраняване, в режима на работата и др. Нашият опит показва, че за стабилизирана работа на пластините е необходимо предварително обезгазяване чрез нагриване във вакуум при температура 250—300°C в продължение на 3—5 часа и тренировка в работен режим при непрекъснато изпомпване. На фиг. 1 е показано влиянието на тренировката върху коефициента на усилване на МКП при общо налягане в системата $1,6 \cdot 10^{-4}$ Pa. През първите 5—10 min след включване на работното напрежение усилването нараства, после намалява и едва след около 30 min се стабилизира. Времето

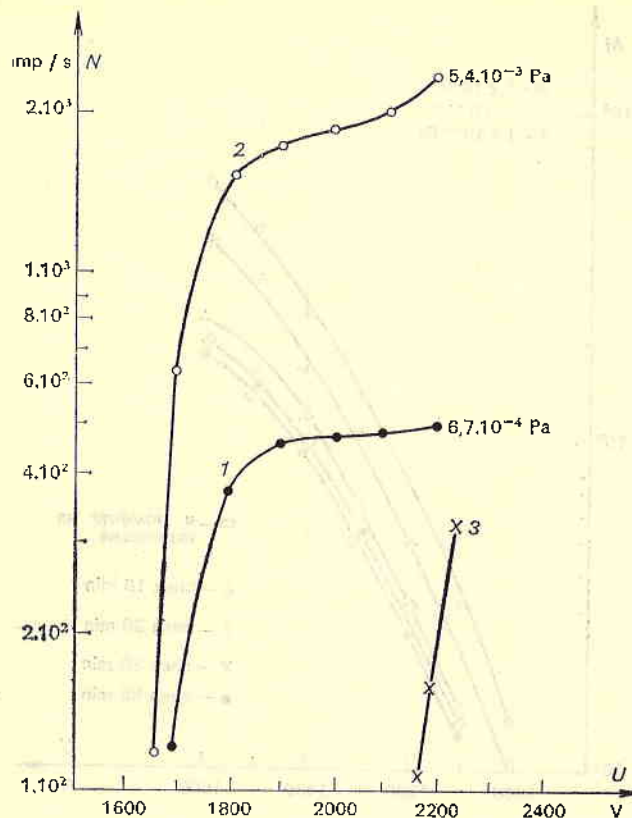


Фиг. 1. Изменение на коефициента на усилване на МКП в процеса на нейната тренировка

за стабилизация е индивидуално и зависи от технологичната предистория на пластините, от условията за съхраняване и експлоатация и може да достигне 90—120 min. То е необходимо за десорбция на газовете и за стабилизиране на редуцирания слой на стъклото в каналите [13], работещ едновременно като електронен емитер и като делител на работното напрежение.

На практика и след това третиране независимо от достигнатия висок вакуум в системата работещата МКП отделя газ с богат спектър [14], съставен от компоненти, различно повлияващи се при експлоатацията на пластината. Така например количеството на H_2 (2), на CO , N_2 (28) и CO_2 (44) нараства, на OH (17) и H_2O (18) намалява, а спектърът на радикалите от групата на метана $\text{CH}-\text{CH}_4$ (13—16) се обогатява. Десорбцията на водорода се стимулира и при нарастване на работното напрежение [14]. Този спектър е от значение, когато МКП се използват в маспектрометрията, в електронната микроскопия и в други области, където количеството и съставът на остатъчния газ могат да окажат влияние върху крайния експериментален резултат.

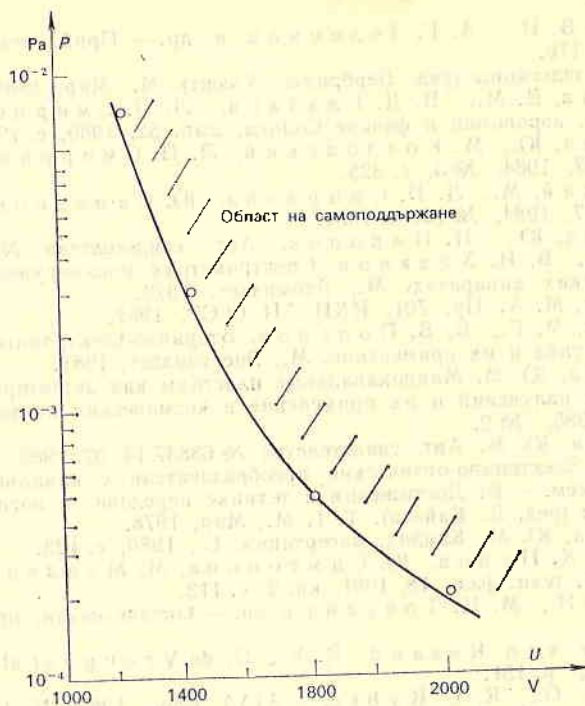
Наличието на остатъчен газ с богат спектър, на високо напрежение и интензивна електронна бомбардировка в каналите на МКП са предпоставка за възникване на ефекта на „обратната йонна връзка“. Нейното действие е нежелателно, тъй като оказва неблагоприятно влияние върху основните па-



Фиг. 2. Броячни характеристики (1, 2) и зависимост на „тока на тъмно“ (3) от общото работно напрежение при две шеvronно свързани МКП

параметри — усилване, бързодействие, шум и др. Логично е да се приеме, че при добре обезгазените МКП обратната йонна връзка възниква при сравнително по-високи стойности на налягането в системата (работния обем). Това се вижда на фиг. 2, където са дадени зависимостите на количеството импулси на изхода на МКП от работното напрежение (бройната характеристика) при две стойности на налягането — кривите 1 и 2, и на тока на „тъмно“ при $5,4 \cdot 10^{-3}$ Pa — кривата 3. Те са получени при две шеvronно свързани МКП, регистриращи йони от остатъчния газ с енергия около 2 keV. Подобни резултати за връзката между собственото газоотделяне и шума при МКП са дадени в [15].

Паразитното действие на обратната йонна връзка при МКП — електронен умножител, може да бъде оползотворено при определени условия [11]. Касае се за едно нетрадиционно приложение на пластините, свързано с действието на обратната йонна връзка, когато всеки канал работи като независим източник на йони. За ефективната йонизация на газовите молекули и атоми в каналите се прилага към МКП напрежение, по-голямо от номиналното [21]. В резултат от нея може да се извлече поток йони с плътност $10^{10} \text{--} 10^{12} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ при работно налягане в системата $10^{-3} \text{--} 10^{-4}$ Pa. Тук от значение е режимът, при който процесът на йонизация преминава в самопод-



Фиг. 3. Зависимост между налягането в системата и напрежението на МКП

държащ се, определят предимно от налягането и напрежението — фиг. 3. Зависимостта е получена експериментално при МКП с диаметър на каналите 40 μm , разположени успоредно на оста. Предварителната вакуумна обработка е извършена при нагряване (250°C — 2 часа) и тренировка в режим на усилване на поток електрони с плътност на входа $1 \cdot 10^{-11}$ А/ cm^2 и енергия 500 eV при непрекъснато изпомпване. Такава обработка е много необходима, тъй като нивото на обезгазеност на пластината оказва съществено влияние върху областта на самоподдржане, определяща експлоатационните възможности на йонния източник. Предимствата му са доказани и са свързани с простата малогабаритна конструкция, малката консумация на енергия (отсъствие на горещ емитер) и широките възможности за приложение при различни изследователски задачи.

Особеностите при експлоатацията на микроканалните пластини в условията на лабораторния експеримент, свързани с необходимостта от предварително нагряване и тренировка, от маспектрометричен контрол върху спектъра на газа, с борбата с обратната йонна връзка в едни случаи и нейното използване в други, налагат специализиран подход. Във всеки конкретен случай е необходим индивидуален избор на режима на предварителната обработка, съобразен с приложението на МКП при експеримента в условията на нестационарен вакуум.

Литература

1. Духанов, В. И., А. Г. Зеленков и др. — Приб. техн. эксперим., 1980, № 3, с. 170.
2. Современные телескопы (ред. Бербридж, Хьюит). М. Мир, 1984, с. 246.
3. Балебанов, В. М., В. Д. Глазков, Л. П. Смирнова. — Иссл. по геомагн., астрономии и физике Солнца, вып. 52, 1980, с. 199.
4. Симеонова, Ю., М. Козловский, Л. П. Смирнова и др. — Докл. БАН, 37, 1984, № 3, с. 325.
5. Козловский, М., Л. П. Смирнова, Ю. Симеонова и др. — Докл. БАН, 37, 1984, № 10, с. 1331.
6. Симеонова, Ю., Н. Николов. Авт. свидетельство № 34016/4. 05. 1982.
7. Горн, Л. С., Б. И. Хазанов. Спектрометрия ионизирующих излучений на космических аппаратах. М., Атомиздат, 1979.
8. Грунтман, М. А. Пр. 701, ИКИ АН СССР, 1982.
9. Айтбунд, М. Р., Б. В. Поленов. Вторично-электронные умножители открытого типа и их применение. М., Энергоиздат, 1981.
10. Симеонова, Ю. М. Микроканальные пластины как детекторы слабых потоков частиц и излучений и их применение в космических исследованиях. — Изд. БАД, 1985, № 2.
11. Симеонова, Ю. М. Авт. свидетельство № 68837/14. 02. 1985.
12. Шаген, П. Электронно-оптические преобразователи с канальным электронным умножением. — В: Достижения в технике передачи и воспроизведения изображений (ред. Б. Кайзан). Т. 1, М., Мир, 1978.
13. Симеонова, Ю. М. Кандид. диссертация. С., 1986, с. 123.
14. Кънев, В., К. Пупов, Ю. Симеонова, М. Младенов. — Годишник ВУЗ, сер. техн. физ., 18, 1981, кн. 2, с. 113.
15. Леонов, Б. И., М. Н. Тонсева и др. — Оптико-механ. пром., 1981, № 12, с. 39.
16. Wijngaards van Resand, R. V., G. de Vreugd et al. — Chem. Phys., 29, 1978, p. 151.
17. Timothy, J. G., R. L. Bybee. — AIAA Pap., 1983, No 105, p. 1.
18. Neugelaue, M., D. R. Clay et al. — Rev. Sci. Instr., 53, 1982, No 3, p. 277.
19. Anger, C. D. — Adv. Space Res., 2, 1982, No 7, p. 72.
20. Whalen, B. A. — Adv. Space Res., 2, 1982, No 7, p. 13.
21. Симеонова, Ю. 5th Intern. School on Vacuum, Electron and Ion Technol., Varna, 1987, Progr. and Abstr., p. 23.

Постъпила на 3. VII. 1990 г.

Some characteristics of microchannel plates functioning in the conditions of a laboratory experiment

Yulika Simeonova

(Summary)

The prospects of using microchannel plates (MCP) in different fields of the physical experiment including in studying the processes taking place in the outer space have been considered. The characteristics of microchannel plates functioning caused by the influence of vacuum as a necessary working medium have been examined. The need of preliminary degassing and its influence on the amplification coefficient have been considered. The effect of ion feedback on dark current increase and the possibility for design of ion source on the basis of MCP have been shown. A conclusion about the necessity of choosing a preliminary vacuum treatment with a view to the concrete application of MCP in the conditions of non-stationary laboratory vacuum has been drawn.