

УДК 621.373.43:537.523

## ЧУТЛИВІСТЬ ОКРЕМИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛИВНОЇ КОРОНИ ДО КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗОВИХ МІКРОДОМІШОК

© Чигінь В.І., 1999

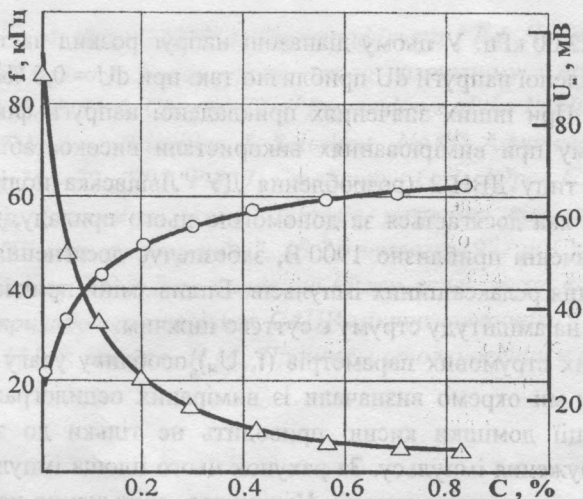
ДУ "Львівська політехніка", кафедра "Теплогазопостачання і вентиляція"

**Current characteristics of the negative pulsing corona have been ascertained to be sensitive and informative to built the gas analyzer. The amplitude and average current values, the charge and frequency of a short gap point-plane corona have been measured as a function of microadmixture concentrations in argon flow at ambient pressure. The percentage range studied was  $2 \cdot 10^{-3}\%$  to  $9 \cdot 10^{-1}\%$  of oxygen in main gas – argon of purity 99,998 %.**

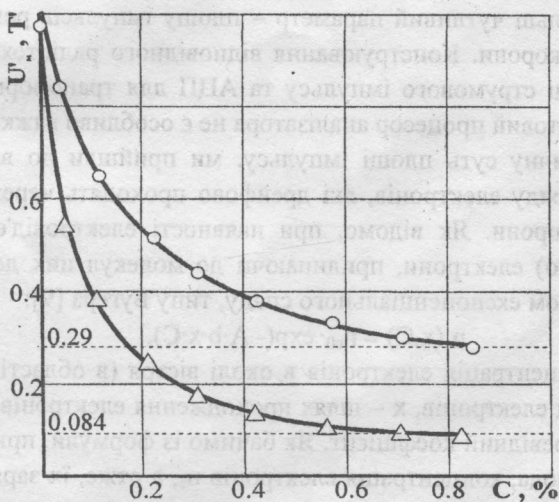
Як відомо із попередніх робіт [1,2], коронний розряд між вістрям і плоским анодом у потоці чистого газу (або із газовими домішками) протікає у формі складних релаксаційних коливань, які можуть бути використані для побудови різного роду технічних пристроїв [3..6]. Продовжуючи дослідження цього явища, зокрема з метою встановлення кількісних характеристик розряду для наступного моделювання їх і розроблення давача нового типу газоаналізатора [5..7], у даній роботі проведено експериментальні дослідження чутливості струмових імпульсів корони до вмісту мікродомішок кисню в аргоні.

Експерименти проводились на установці, яка описана у роботах [2,7]. Додатково виготовлено динамічну систему змішування газів, за допомогою якої змінювалась концентрація кисню у досліджуваній суміші у межах  $2 \cdot 10^{-3}\dots 8,5 \cdot 10^{-1}\%$ . При цьому використовувався чистий аргон (99,998%) і зразкова газова суміш аргону з 0,85% кисню. Для контролю за проведенням експерименту і швидкого статистичного та графічного опрацювання його результатів розроблено і під'єднано до установки автоматизований вимірювальний комплекс на базі персональної ЕОМ IBM PC/AT спільної [7,8].

На рисунку (а) зображено виміряні залежності частоти і амплітуди релаксаційних коливань струму корони від концентрації кисню в аргоні. Всі залежності знято при витраті газу (що проходив крізь коронуючий елемент)  $L = 3$  мл/с. Із них видно, що при зростанні концентрації  $O_2$  частота  $f$  осциляцій зростає, а амплітуда імпульсів (амплітуда напруги  $U_m$  на опорі навантаження) знижується:  $f$  зростає втричі, тоді як  $U_m$  знижується у 12 разів на усьому діапазоні зміни концентрації. Із рисунка також видно, що при малих змінах в діапазоні низьких концентрацій (приблизно  $10^{-2}\%$ ) крутизна характеристик для амплітуди  $U_m$  і частоти  $f$  коливань є істотно вищими, порівняно з такими ж при більших концентраціях (приблизно  $10^{-1}\%$ ). Такий характер зміни крутизни є особливо вираженим для амплітудного значення спаду напруги. Описані закономірності стають наочнішими при розгляді графіків залежностей відносної амплітуди  $U' = U/U_0$  і відносного періоду появи пульсацій струму  $T' = T/T_0 = f_0/f$ , де  $U$  і  $f$  – поточні значення, а  $U_0$  і  $f_0$  – відповідні значення амплітуди і частоти при мінімальній концентрації (див.рисунок, б).



а



б

Експериментальні залежності: а – амплітуди напруги  $U_m$  на опорі навантаження ( $\Delta$ )

і частоти  $f$  пульсацій струму корони ( $\circ$ ) від концентрації кисню;

б – відносних значень амплітуди напруги ( $\Delta$ ) і періоду коливань ( $\circ$ ).

Впливи таких зовнішніх параметрів корони, як витрата і температура газу, та прикладена напруга до розрядного проміжку при постійній його геометрії на параметри  $U_m$  і  $f$  є такими. При зміні витрати газу від 2 мл/с до 4 мл/с частота коливань зростає на 5 %, а їх амплітуда знижується на 10 %, приблизно однаково у всьому діапазоні концентрацій. Зміна температури колби від 18 до 40 °С помітно не впливає на результати вимірювань. Стабільність частоти релаксаційних коливань в широкому діапазоні напруг є досить високою. Так, при витраті 1 мл/с в чистому аргоні діапазон стабільності розтягується від 1500 до 2200 В і при 1900 В середнє значення частоти

коливань становить 22,00 кГц. У цьому діапазоні напруг розкид частоти залежить від нестабільності прикладеної напруги  $dU$  приблизно так: при  $dU = 0,5 \%$ ,  $df = 4 \%$ ; при  $dU = 0,02 \%$ ,  $df = 0,1 \%$ . При інших значеннях прикладеної напруги фіксували суттєвіші розкиди частоти. Тому при вимірюваннях використали високостабілізоване джерело кіловольтних напруг типу ДВН-2 (розроблення ДУ "Львівська політехніка"). Висока стабільність напруги, яка досягається за допомогою цього приладу, впритул до  $10^{-2}\%$  при абсолютному значенні приблизно 1900 В, забезпечує досягнення такої ж високої стабільності повторення релаксаційних імпульсів. Вплив зміни прикладеної напруги до розрядного проміжку на амплітуду струму є суттєво нижчим.

Крім розглянутих струмових параметрів ( $f$ ,  $U_m$ ), особливу увагу привертає площа імпульсу струму, яку ми окремо визначали із вимірних осцилограм. Виявилось, що зростання концентрації домішки кисню приводить не тільки до зниження періоду пульсацій, але і до звуження імпульсу. За рахунок цього площа імпульсу спадає майже квадратично при збільшенні концентрації. Наприклад, збільшення концентрації кисню від  $2 \cdot 10^{-3}$  до  $1 \cdot 10^{-1} \%$  привело до зниження площі імпульсу у 12,4 раза. Отже, на наш погляд, при розробленні давачів мікродомішок двокомпонентних газових систем можна використовувати найбільш чутливий параметр – площу імпульсів релаксаційних коливань струму від'ємної корони. Конструювання відповідного радіотехнічного пристрою для вимірювання площі струмового імпульсу та АЦП для трансформування сигналу і передавання його у бортовий процесор аналізатора не є особливо важким завданням.

Розглядаючи фізичну суть площі імпульсу, ми прийшли до висновку, що вона відповідає повному заряду електронів, які дрейфово проходять через основну область низькопотенціальної корони. Як відомо, при наявності електровід'ємних домішок (у нашому випадку кисню) електрони, прилипаючи до молекул цих домішок, знижують свою кількість за законом експоненціального спаду, типу Бугера [9]:

$$n_e(x, C) = n_{e0} \cdot \exp(-A \cdot b \cdot x \cdot C),$$

де  $n_{e0}$  – початкова концентрація електронів в околі вістря (в області генерування),  $b$  – коефіцієнт прилипання електронів,  $x$  – шлях проходження електронів,  $C$  – концентрація домішок у газі,  $A$  – перевідний коефіцієнт. Як бачимо із формули, при постійному  $x$ , що дорівнює віддалі до анода, концентрація електронів  $n_e$ , а отже, їх заряд  $Q_e = e \cdot n_e$  (де  $e$  – заряд електрона), експоненціально спадає із зростанням концентрації домішки, таким чином підтверджуючи результати експериментів.

Особливо цікавим на перспективу, на наш погляд, є вивчення впливу як типу домішок (електровід'ємних та електроодатних), так і їх концентрації на поведінку тонкої структури – вторинних осциляцій, які добре розділяються при зниженні опору навантаження до сотень Ом. Амплітуда цих вторинних осциляцій та їхнє розміщення є досить чутливими на зміну вказаних параметрів. Дослідження на предмет можливості використання цієї вторинної структури для конструювання давачів багатоконпонентних сумішей продовжуються.

1. Чигинь В.І., Скульський М.Ю., Бакович Л.В.: Тези доп. наук.-техн. конф. "Приладобудування-96". Вінниця-Судак, 1996. С.60. 2. Чигинь В.І., Омельчук О.В. // Вісн. ДУ "Львівська політехніка". 1996. N 304. С.88-90. 3. А.с. 1660782. Аппарат для разделения газа / В.И.Чигинь, Я.М.Бильий, Р.В.Корбецкий. Опубликовано 7.07.91 // Открытия.



Изобрет. 1991. N 25. 4. Пат. 22211 А. Электрофильтр / В.І. Чигинь. Опубл. 30.06.98. 5. Чигинь В.І. // Тези Першого Західноукраїнського симпозиуму з адсорбції та хроматографії. Львів, 1997. С.80-81. 6. Chygin' V.I. // Proceedings of the Public Health Consequences of Environmental Pollution: Priorities & Solutions, NATO Advanced Research Workchop. L'viv. Ukraine. May 26 - 29. 1997. P.8. 7. Стадничук О.В., Юров С.А., Чигинь В.І. // Тези допов. на Міжнар. наук.-техн. конф. "Досвід розробки та застосування приладотехнологічних САПР мікроелектроніки". 18-23 лютого 1997 р. Славське, 1997. С.172 8. Стадничук О.В., Чигинь В.І. // Тези допов. на Міжн. наук.-техн. конф. "Досвід розробки та застосування приладотехнологічних САПР мікроелектроніки". 18-23 лютого 1997 р. Славське, 1997. С.171. 9. Даниель И.М., Процессы столкновения в ионизированных газах. М., 1967.