

О.Л. Коренівська, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

МЕТОДИ ТА АПАРАТУРА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ АЕРОІОНІВ В ІОНІЗОВАНОМУ ПОВІТРІ

(Представлено д.т.н., проф. Манойловим В.П.)

У статті проведено огляд основних методів визначення кількості аероіонів у повітрі, яке піддається аероіонізації, та розгляд апаратури, що працює за цими методами. Проведено детальний розгляд існуючих систем вимірювання, описано їх переваги та недоліки.

Вступ. Актуальність досліджень. Усі живі організми на нашій планеті з'явилися, розвивалися та живуть в іонізованому середовищі – повітрі.

У ХХ та ХХІ сторіччях гостро постали екологічні проблеми з повітряним середовищем – це забруднення атмосферного повітря газами та аерозолями, хімічними викидами, випромінюваннями та ін. У наш час забруднення повітря в містах досягло критичного значення, що має негативний вплив на організм людини, знижує рівень працездатності та є основною причиною захворювань і низької тривалості життя. Особливу роль у виникненні негативних впливів на людей відіграє низька насиченість повітря від'ємно зарядженими аероіонами, які є життєво необхідними для організмів.

Застосування аероіонотерапії покращує функціональний стан організму, підвищує його стійкість до несприятливого впливу, стимулює роботу імунної, серцево-судинної, нервової систем, покращує самопочуття, розумову, фізичну працездатність та ін.

Але, незважаючи на явні переваги застосування аероіонізації, широкого використання у клінічній практиці вона не набула, розповсюджене тільки побутове використання аероіонізаторів. Це можна пояснити тим, що досі немає апаратури для дозованого продукування необхідної кількості аероіонів, а існуючі методи виміру та вимірювальна апаратура є недосконалими та мають значні похибки. Тому завдання контрольованого насичення повітря необхідною кількістю аероіонів вимагає створення ефективних та точних приладів для реєстрації кількості аероіонів у навколишньому повітрі.

Метою даної роботи є огляд існуючих методів та апаратів вимірювання концентрації легких аероіонів різної полярності, їх переваг та недоліків.

Методи вимірювання концентрації аероіонів. Усі існуючі пристрої виміру концентрації аероіонів можна розділити на три групи: спектрометри, лічильники аероіонів та реєстратори аероіонів [1, 2]. Спектрометрична апаратура є дуже складним лабораторним або стаціонарним обладнанням, яке потребує спеціального кваліфікованого обслуговування персоналу та не дає точного значення виміру концентрації аероіонів. Індикатори аероіонів прості за будовою, але мають дуже грубу шкалу виміру та дозволяють лише якісно оцінити роботу апаратури. Масового виробництва спектрометри та реєстратори аероіонів не набули. І тільки лічильники аероіонів дозволяють провести точний підрахунок кількості аероіонів в об'ємі повітря. Вимірювання концентрації аероіонів базуються на вимірюванні іонного струму, який створюється потоком аероіонів певного знака. Всі відомі розробки пристроїв розрізняються тільки способом виміру іонного струму та використанням первинного перетворювача певного типу.

Для вимірювання концентрації аероіонів у лічильниках аероіонів використовують два методи – аспіраційний та метод відкритого колектора.

Оскільки аспіраційний метод отримав найбільше розповсюдження, то розглянемо його основи та вимірювальну апаратуру, що працює за цим методом.

Аспіраційний метод вимірювання концентрації аероіонів. Уперше цей метод було запропоновано П.Зелені в 1900 р. [3]. Суть методу полягає в наступному. Первинним вимірювальним перетворювачем є аспіраційна камера, яка являє собою циліндричний конденсатор із двома типами обкладок: польова обкладка – іони, що потрапляють на неї, не реєструються лічильником, та вимірювальна обкладка, яка з'єднана з електрометром. Через аспіраційну камеру з відомою швидкістю прокачується іонізоване повітря. Якщо між електродами конденсатора створити певну різницю потенціалу, то всі іони певної маси, знака, протилежного знака заряду електрода осядуть на вимірювальний електрод циліндричного конденсатора та віддадуть йому свій заряд. Полярність іонів, що реєструються, збігається з полярністю заряду, що створюється джерелом живлення на польових обкладках аспіраційного конденсатора. Напруга на аспіраційному конденсаторі визначає мінімальну рухливість іонів, що реєструються лічильником. Контролюючи втрату заряду електрометром, можна підрахувати концентрацію зарядів певного знака в повітрі, що прокачується. Умовою правильної роботи лічильника є таке рівняння:

$$v < \frac{2klU}{(r_1^2 - r_2^2) \ln \frac{r_1}{r_2}}, \quad (1)$$

де v – швидкість, з якою повітря прокачується через аспіраційний конденсатор; k – рухливість аероіонів (з довідника); l – довжина вимірювального конденсатора; U – напруга, що подається на конденсатор; r_1 , r_2 – діаметри зовнішньої та внутрішньої обкладки вимірювального конденсатора.

Знаючи рухливість аероіонів та обираючи напругу на конденсаторі певного об'єму, можна добитися реєстрації всього спектра аероіонів за рухливостями.

Якщо кількість повітря, що прокачується, позначити як Φ , кількість електрики, що створюється іонами одного знака, буде E , то за секунду до внутрішнього електрода буде відводитися кількість електрики

$$E \cdot \Phi = -\frac{dQ}{dt} = -C \frac{dU}{dt}, \quad (2)$$

де Q – об'ємний заряд іонів; C – ємність аспіраційного конденсатора.

Кількість іонів визначається з рівняння:

$$n = \frac{C}{\Phi \cdot e} \frac{dU}{dt}, \quad (3)$$

де e – заряд електрона.

За конфігурацією вимірювального конденсатора схеми поділяють на схеми із циліндричним конденсатором і зовнішньою вимірювальною обкладкою, із циліндричним конденсатором і внутрішньою вимірювальною обкладкою, з плоским конденсатором.

У пристроях, що працюють за цим методом (аспіраційних лічильниках), застосовують опосередковані методи виміру струму, які базуються на перетворенні струму, що вимірюється, на напругу, величина якої реєструється електрометром. Значення струму аероіонного потоку лежить у межах 10^{-14} – 10^{-12} А. Основними конструкційними елементами аспіраційного лічильника є вимірювальний конденсатор, джерело напруги лічильника та реєстратор струму – електрометр.

До переваг аспіраційних лічильників можна віднести їх універсальність та можливість вимірювання всього спектра аероіонів. Але вони мають ряд недоліків. Це:

1. Тривалий час вимірювання; зважаючи на те, що тривалість життя легких аероіонів мала, результат вимірів буде нижчий, ніж є насправді.

2. Вони не призначені для роботи в сильних електричних полях, наявність яких неконтрольовано та непрогнозовано спотворює реальну картину розподілу концентрації аероіонів та результати вимірювання. Під час роботи аероіонізатора створюється електростатичне поле, напруженість якого сягає 1 кВ/м, тому виникає досить велика методична похибка виміру. При продуванні повітря через вимірювальний конденсатор спотворюється картина електричного поля, що також вносить додаткову похибку в результат вимірювання.

3. Виникають значні похибки виміру за відсутності аероіонів, які обумовлені: похибками електрометра; наведеним струмом, що виникає при зміні напруги живлення або ємності вимірювального конденсатора та викликаний випадковими змінами діелектричної проникності повітря, що протікає через конденсатор; струмом завади, який обумовлений властивостями ізоляторів та не залежить від режимів роботи вимірювального конденсатора. Похибка вимірювання в таких пристроях сягає до 40 %.

4. Висока ціна.

Серед перших найбільш відомих конструкцій аспіраційних лічильників аероіонів виділяють лічильники Еберта, Таммета, Герасимової.

Конструкцію аспіраційних лічильників та принцип їх роботи розглянемо на прикладі лічильника аероіонів Х.В. Таммета [4, 5].

Як було сказано, основним вузлом аспіраційного лічильника є циліндричний вимірювальний конденсатор, структуру якого показано на рисунку 1.

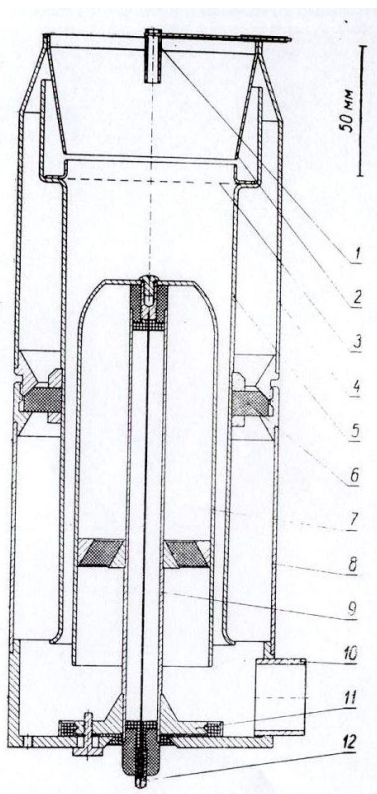


Рис. 1. Розріз аспіраційного вимірювального конденсатора: 1 – попередній конденсатор; 2 – вхідна трубка для подачі повітря; 3 – сітка; 4 – конічна вихідна трубка; 5 – зовнішня обкладка; 6 – фторопластовий ізолятор; 7 – внутрішня обкладка; 8 – заземлені екранні трубки; 9 – центральна опорна трубка; 10 – штуцер; 11 – система центрування внутрішньої обкладки; 12 – вивід внутрішньої обкладки

Функціональну схему лічильника наведено на рисунку 2.

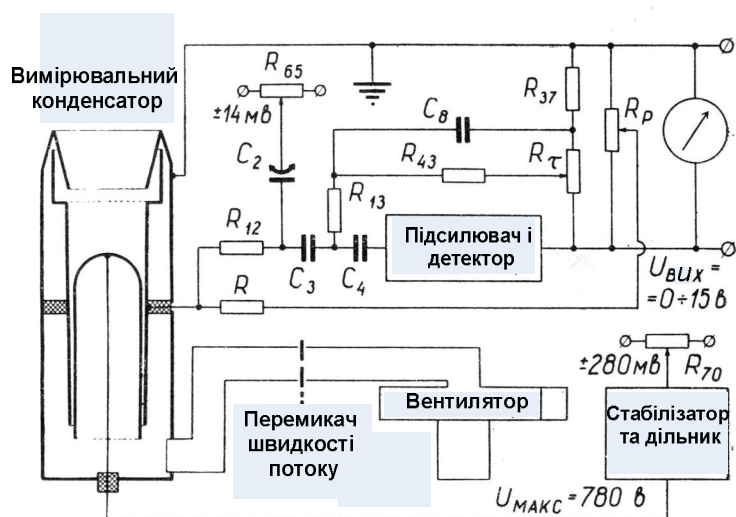


Рис. 2. Функціональна схема лічильника САИ-ТГУ-66

Працює пристрій так: повітря протягується зверху через конічну вхідну трубку 2 та витягується через штуцер 10. Зовнішня обкладка 5 підключена до електрометра, а внутрішня 7 – до джерела живлення. Це дозволяє заземлити внутрішню клему електрометра та позбавитися від крайового ефекту. Проникненню електричного поля крізь вхідний отвір перешкоджає сітка 3, одночасно вона допомагає скоротити довжину зовнішньої обкладки, перешкоджає доступу до високовольтної внутрішньої обкладки, запобігає потраплянню комах у вимірювальний конденсатор та зменшує турбулентність повітря, що прокачується. Разом з тим, мало поглинає аероіони, процент адсорбції легких аероіонів становить 2–3 %. Для

зменшення турбулентності зовнішня обкладка має форму конуса та кріпиться до фторопластового ізолятора 6, який затиснутий між нижньою 8 та верхньою заземленими екранними трубками. Внутрішня обкладка прикріплена до центральної опорної трубки 9, яка перешкоджає спотворенню симетрії конденсатора. Система центрування внутрішньої обкладки 11 має 6 ступенів свободи. Зовнішньою обкладкою попереднього конденсатора є вхідна трубка 2. Повітря через циліндричний конденсатор прокачується вентилятором, а дросельна діафрагма забезпечує прокачування повітря зі швидкістю 45, 142,5, 450, 1425, 4500 см³/с. Діафрагма та дільник напруги забезпечують 50 номіналів граничної рухливості. Через резистор R електрометр компенсує вхідний струм. У вхідному колі електрометра використано динамічний конденсатор C_2 , який модулює постійний сигнал частотою 425 Гц та забезпечує коефіцієнт модуляції 0,4. Змінна складова напруги від динамічного конденсатора передається до підсилювача через роздільний конденсатор C_3 , C_4 . Підсилювач забезпечує підсилення сигналу в 10000 разів. Для регулювання інерційності пристрою та ступеня згладжування запису умовної густини заряду в часі використано додаткове коло зворотного зв'язку, яке також робить точність вимірювання незалежною від коефіцієнта підсилення сигналу. Високостабільний випрямляч дозволяє відмовитися від батареї та мостової схеми перетворювача. Такий пристрій забезпечує 5 %-ну похибку вимірювання кількості аероіонів.

До переваг даного лічильника віднесемо: широкий діапазон граничних рухливостей та умовної густини заряду; регулювання інерційності; автокалібрування пристрою; можливість підключення самописців; малу вагу та габарити.

До недоліків лічильника відносять неможливість тривалої реєстрації іонного струму. Ще одним недоліком є те, що за період між двома вимірами знижується напруга на вимірювальному конденсаторі, що призводить до похибки вимірювання.

Серед сучасних розробок можна виділити лічильник іонів у газовому середовищі А.Б. Макарова [6].

Лічильник дозволяє проводити неперервні вимірювання іонного струму. Пристрій складається із джерела живлення та електричного конденсатора, який увімкнений між електрометром та внутрішньою обкладкою вимірювального конденсатора, зовнішня обкладка заземлена. Ємність електричного конденсатора вибрана відповідно до системи нерівностей

$$C \geq \frac{-t_H}{R \ln \left(1 - \frac{\Delta U_{\text{дон.}} - |I_e R_e|}{|U_0| + |I_e R|} \right)}, \quad \Delta U_{\text{дон.}} > |I_e R_e|, \quad (4)$$

де C – ємність електричного конденсатора; t_H – заданий період неперервного вимірювання на верхній межі вимірювання іонного струму лічильника; R – опір ізоляції між виводами електричного конденсатора; $\Delta U_{\text{дон.}}$ – допустиме зниження абсолютної величини номінальної напруги на вимірювальному конденсаторі; I_e – верхня межа вимірювання іонного струму лічильника; R_e – вхідний опір електрометра; U_0 – величина номінальної напруги на вимірювальному конденсаторі.

При об'ємі повітря 6300 см³/с на внутрішню обкладку осідають усі легкі від'ємно заряджені іони з рухливістю 0,1 см³/В. Неперервність вимірювань досягається завдяки тому, що протягом заданого періоду вимірювання іонного струму напруга на вимірювальному конденсаторі стабільна. При цьому спрощується процедура вимірювання, знижується похибка вимірювання та покращується продуктивність. Іонний струм вимірюється безпосередньо електрометром, при цьому вимірюється повний іонний струм, тому зникає необхідність у високочутливому електрометрі, що спрощує структуру лічильника та зменшує похибку вимірювання. Під час неперервної реєстрації зникає необхідність у подачі напруги живлення на внутрішню обкладку вимірювального конденсатора, тому на ній зменшується паразитний заряд.

У роботі В.А. Гостева описується лічильник АСАИ-05 [7], у якому як датчик аероіонів використовується аспіраційний плоский конденсатор, що складається із 16 плоскопаралельних обкладок. Така конструкція конденсатора дозволяє збільшити чутливість та зменшити розміри лічильника. Принцип дії аспіраційного лічильника базується на перерозподілі потенціалів між аспіраційним C_1 та вимірювальним C_2 конденсаторами (рис. 3, 4).

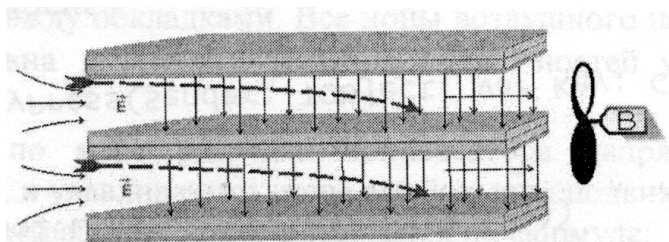


Рис. 3. Конструкція аспіраційного конденсатора

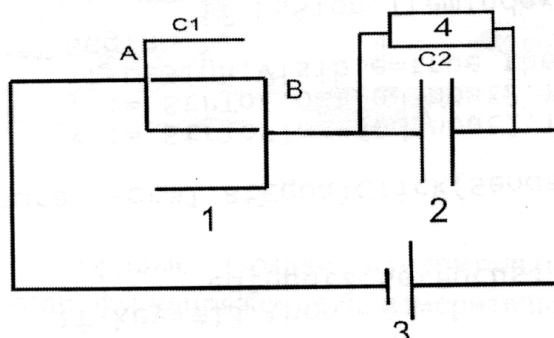


Рис. 4. Принципова схема лічильника АСАИ-05:
 1 – аспіраційний конденсатор; 2 – вимірювальний конденсатор;
 3 – джерело постійної напруги; 4 – обчислювальний блок

Різниця потенціалів на аспіраційному конденсаторі забезпечується за допомогою джерела постійної напруги 3. Вимір напруги на аспіраційному конденсаторі відбувається через ємнісний дільник напруги C_1C_2 , який забезпечує ділення 10:1.

Концентрація обчислюється за формулою:

$$n = \frac{C_2 \Delta U}{(1 + \frac{C_1}{C_2}) e \omega t}, \tag{5}$$

де e – заряд іона; ΔU – зміна потенціалу між обкладками конденсатора за час t ; ω – об’ємна швидкість продувки повітря.

Перевагою запропонованого пристрою є цифрова індикація та обробка результатів виміру.

Інші способи виміру концентрації аероіонів із застосуванням аспіраційного конденсатора. Інколи для виміру концентрації аероіонів застосовують *графічний метод* залежності сили струму від напруги в аспіраційному конденсаторі. Суть методу в тому, що якщо в повітрі містяться іони з різними рухливостями, то крива залежності струму від напруги буде реєструватися у вигляді ламаної лінії (рис. 5), причому кількість ламаних ділянок буде дорівнювати кількості сортів іонів різної рухливості.

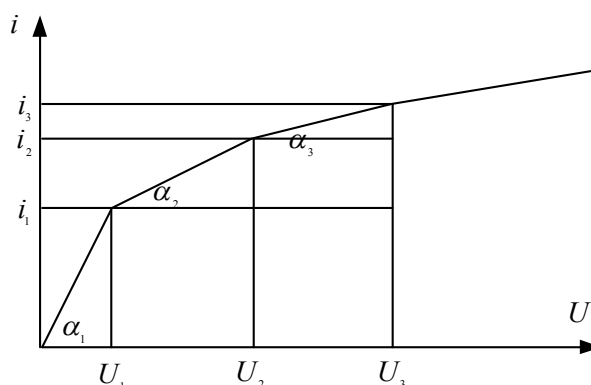


Рис. 5. Графічний метод підрахунку аероіонів

З графіка визначають значення координат у точках злому $((U_1, i_1), (U_2, i_2), (U_3, i_3))$ та кут, під яким спостерігається злом кривої $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. Розрахувати кількість аероіонів певної рухливості можна за формулами:

$$n_3 = \frac{U_3}{\Phi \cdot e} \operatorname{tg} \alpha_3; \quad n_2 = \frac{U_2}{\Phi \cdot e} (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_3); \quad n_1 = \frac{U_1}{\Phi \cdot e} (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (6)$$

де $\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{i_3 - i_2}{U_3 - U_2}$.

Метод не має широкого застосування через необхідність регулювання напруги, що подається на циліндричний конденсатор, та труднощі підрахунку. Також точність методу є низькою.

Вимірювання із застосуванням лічильника пилу. Через аспіраційний конденсатор прокачується повітря, а за допомогою лічильника пилу визначається кількість ядер N_0 до входу в конденсатор та N_1 на виході з нього, тобто кількість заряджених та незаряджених іонів. Далі визначають різницю $N_0 - N_1$, яка і є кількістю заряджених іонів.

Недолік методу – дозволяє реєструвати тільки важкі аероіони.

Вимірювання концентрації аероіонів методом відкритого колектора. Вперше цей спосіб використав А.Л. Чижевський [8]. Він визначав силу струму з електрофлювіальної люстри шляхом встановлення на підлозі на ізоляторах екрана, з'єднаного із землею через опір 15 кОм та з гальванометром високої чутливості. Інший кінець гальванометра приєднано через змінний резистор до акумуляторів. При цьому в основу вимірювань покладено такі припущення: за наявності струму з люстри на екран на опорі R_1 буде падіння напруги iR_1 , а на гальванометрі буде зареєстровано відхилення (рис. 6). Зміною опору R_3 можна отримати рівність падіння напруги на опорах R_1, R_2 , і за цієї умови відхилення гальванометра не буде спостерігатися. В цьому випадку ми отримаємо:

$$iR_1 = \frac{U}{R_2 + R_3} R_3. \quad (7)$$

А звідси сила струму з люстри на екран:

$$i = \frac{U}{R_2 + R_3} \frac{R_3}{R_1}. \quad (8)$$

Кількість генерованих аероіонів можна визначити зі співвідношення:

$$n = \frac{i}{eS}, \quad (9)$$

де U – напруга живлення; i – струм з люстри; S – площа екрана; e – заряд електрона.

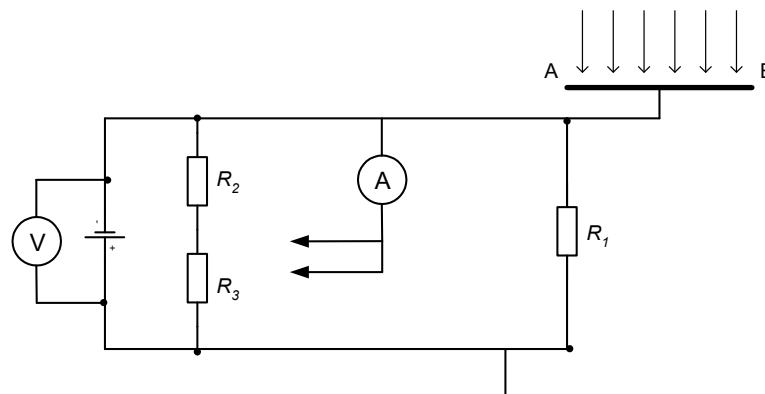


Рис. 6. Пристрій для виміру кількості уніполярних аероіонів на приймальному екрані АВ

Недоліки методу: екран піддається впливу дії пульсуючого електричного поля, що призводить до виникнення емнісного струму у проводі, який з'єднує екран через гальванометр із землею. Це, в свою чергу, призводить до значної похибки вимірювання.

П.Лепіховим та В.Карпуніним розроблено програмно-апаратний комплекс вимірювання концентрації аероіонів [9–11], який також вимірює іонний струм методом відкритого колектора.

Струм створюється у вимірювальній камері, виконаній у вигляді плоского конденсатора. Для зменшення похибки, яка пов'язана із процесами іонного дефіциту у вимірювальній камері, одна з обкладок конденсатора виконана у вигляді провідної рамки з тонкими стінками, обкладка забезпечує безперешкодний доступ іонів у дрейфовий простір. При цьому методі значення концентрації залежить тільки від геометричних характеристик вимірювального конденсатора, напруги, що подається на його обкладки, змінної складової струму та не залежить від зовнішніх факторів, обумовлених полем іонізатора, конвекцією та ін. Недоліком методу є те, що зі збільшенням розмірів конденсатора збільшується рівень завад, які надходять у вимірювальний тракт через паразитний ємнісний зв'язок із зовнішніми провідниками; частина поверхні вимірювального електрода (в місцях кріплення) не бере участі у вимірюванні, тобто виникає паразитна монтажна ємність. Метод названо методом відкритого колектора із дводисковим вимірювальним перетворювачем. Недоліком системи є те, що вона призначена для роботи тільки в імпульсних полях високої напруженості. Також обмежує застосування даної системи той факт, що покази системи залежать від орієнтації первинного перетворювача відносно вектора напруженості електричного поля в точці простору. Оскільки положення цього вектора априорі невідоме, то необхідно проводити виміри у декількох положеннях первинного перетворювача, що збільшує час вимірювання. Практичні експерименти показали, що працездатність системи залежить від відстані між вимірювальним електродом та продукуючими електродами і вимірювання можна проводити у досить обмеженій області. Відстань залежить від тривалості імпульсу електромагнітної завади та дрейфової швидкості розповсюдження іонів і періоду повторення імпульсів. Усе це вносить досить суттєву похибку у вимірювання. Крім цього, спотворення вносять додаткові наводки через зміну положення первинного перетворювача під час вимірювань та конфекційні потоки.

Система виміру концентрації аероіонів складається із дводискового первинного перетворювача та електронного вимірювального блока. Вимірювальний блок має два канали: вимірювальний та індикаторний. Вимірювальний канал забезпечує запис імпульсу іонного струму, індикаторний – дозволяє фіксувати час запізнення іонного імпульсу. При відомій відстані між дисками та вимірюваному часі запізнення між іонними імпульсами вдається визначити швидкість розповсюдження аероіонів, а знаючи це значення, визначити концентрацію аероіонів. Комплекс має програмне забезпечення, яке проводить розрахунок концентрації аероіонів, швидкості їх розповсюдження, миттєвих та середніх швидкостей аероіонів, значення іонного струму, побудову графіків зміни іонного струму. Виділення із трьох каналів корисного сигналу також проводиться програмно. Після цього обчислюється концентрація аероіонів. Для цього виділені імпульси кантуються за рівнем. Після цього обчислюються миттєві концентрації в точках

знаходження i -их рівнів першого каналу за співвідношенням $n_i = \frac{j_i}{v_i}$, де n_i – миттєва концентрація; j_i –

миттєва густина струму; v_i – миттєва швидкість.

Середнє значення концентрації обчислюється шляхом усереднення миттєвих концентрацій за період прямування імпульсів іонізатора:

$$n = \frac{1}{T} \sum_i j_i \Delta t_i . \quad (10)$$

Серед лічильників, що працюють за методом відкритого колектора, також виділяють лічильник аероіонів «Електроніка», лічильник Неймана, вимірювач концентрації аероіонів ИКА-П [1].

Нами було поставлено завдання розробки пристрою, який забезпечував би вимірювання кількості електрики у вигляді концентрації електричних зарядів аероіонів у конкретній точці повітряного простору навколишнього середовища незалежно від їх стану, густини та швидкості переміщення в польових та інших умовах без використання електромережі. Пристрій повинен мати високу точність, чутливість виміру та швидкодію.

На рисунку 7 наведено структурну схему розробленого пристрою.

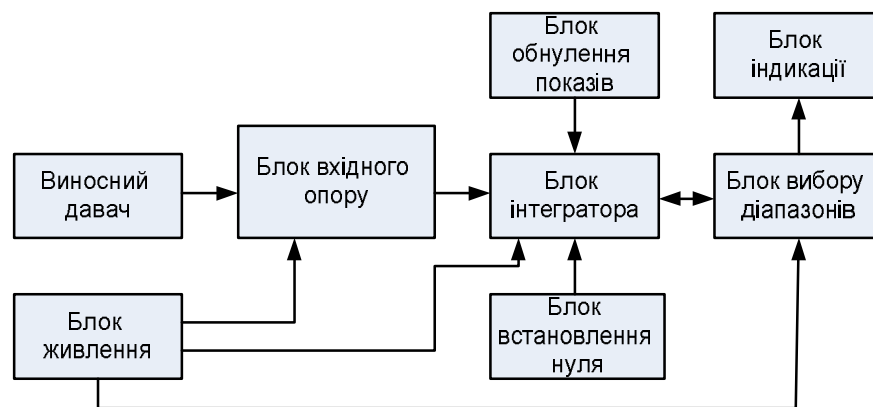


Рис. 7. Структурна схема лічильника аеріонів на базі мікрокулометра

Ми пропонуємо конструкцію вимірювача концентрації аеріонів, робота якого базується на вимірюванні заряду, наведеного на виносний давач, який можна розглядати як ізольоване тіло. Блок вхідного опору та блок інтегратора являють собою первинний вимірювальний перетворювач, який забезпечує вимірювання вихідної напруги пропорційно зміні вхідного електричного заряду на вході підсилювача, тобто працює як інтегратор струму, в якому вимірювальний конденсатор включений у коло від'ємного зворотного зв'язку. Виносний давач, виконаний у формі об'єму певного розміру (куба або кулі), разом із вхідним конденсатором призначений для накопичення концентрації зарядів аеріонів у конкретній точці повітряного простору навколишнього середовища. Блок обнуління (скидання) показів забезпечує ручне та автоматичне скидання через заданий інтервал часу, що робить пристрій більш функціональним. Блок вибору діапазону дозволяє забезпечити широкий діапазон вимірювання концентрації аеріонів. Як блок індикації використано магнітоелектричний вимірювальний механізм, призначений для індикації позитивного чи від'ємного заряду аеріонів без перемикання його полярності за рахунок шкали з нулем у середині.

Для зменшення впливу електромережних завад на покази аеріонного мікрокулометра і його застосування в польових та інших умовах без використання електромережі живлення здійснюється від електрохімічного джерела струму із середньою точкою, з'єднаною із «землею».

Заряд аеріонів, що накопичився на вхідному конденсаторі з давача, надходить через блок вхідного опору та подається на конденсатор інтегруючого блока. Конденсатор інтегруючого блока заряджається до напруги:

$$U_{\text{вих.}} = -Q_{\text{вх.}}/C, \quad (11)$$

де C – ємність інтегруючого конденсатора, яка з виходу прецизійного операційного підсилювача надходить на блок індикації.

Залежно від кількості електрики у вигляді концентрації зарядів аеріонів, що накопичилися на давачі, покази магнітоелектричного вимірювального механізму блока індикації зміщуються пропорційно їхній кількості в сторону позитивного чи від'ємного знака зарядів аеріонів відносно нуля шкали. В автоматичному положенні перемикача ручного чи автоматичного скидання показів покази магнітоелектричного вимірювального механізму блока індикації через заданий час скидаються. В ручному положенні час скидання вибирається довільно.

Концентрація аеріонів визначається за формулою:

$$N = \frac{Q}{Ve}, \quad (12)$$

де Q – заряд, отриманий давачем, у мікроКулонах; V – об'єм давача, см^3 ; e – заряд електрона, $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Таким чином, результат вимірювання залежить тільки від геометричних параметрів давача та його об'єму. Похибка вимірювання становить не більше 3 %.

Запропонований пристрій має більшу точність, чутливість виміру та швидкодію, а також дозволяє проводити вимір у конкретній точці простору, там, де розміщено давач, спостерігати та фіксувати інтенсивність концентрації електричних зарядів аеріонів.

Висновок. У роботі проведено огляд існуючих методів визначення кількості аеріонів у повітрі, які утворюються в результаті аеріонізації повітря. Розглянуто найбільш типові апарати, принципи роботи яких базуються на розглянутих методах, їх конструктивні особливості, переваги та недоліки. Також

запропоновано власний пристрій вимірювання кількості аероіонів у навколишньому середовищі, який працює за методом відкритого колектора.

Запропонований аероіонний мікрокулонометр забезпечує такі переваги:

- пристрій має більшу точність, чутливість виміру та швидкодію, ніж аспіраційні лічильники;
- фіксація показів вимірювання як завгодно довго, до наступного скидання або через певний час при автоматичному скиданні;
- запропонований вибір параметрів об'ємного давача та шкали магнітоелектричного вимірювального механізму блока індикації дозволяє представити відлік показів безпосередньо у кількості зарядів або аероіонів;
- можливість проведення вимірювання в будь-якій точці простору;
- використання магнітоелектричного вимірювального механізму зменшує залежність приладу від електромережевих завад, до яких він нечутливий.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Лившиц М.Н.* Аэроионофикация: практическое применение / *М.Н. Лившиц.* – М. : Стройиздат, 1990. – 168 с.
2. *Карпухин В.А.* Компьютерная система измерения концентрации аэроионов в сильных электрических полях / *В.А. Карпухин, П.В. Лепихов* // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2000. – № 9. – С. 21–32.
3. *Таммет Х.Ф.* Аспирационный метод измерения спектра аэроионов / *Х.Ф. Таммет* // Уч. зап. ТГУ. – Вып. 195. – Тарту, 1967. – 232 с.
4. А. с. Счетчик аэроионов / *Х.Ф. Таммет.* – № 151071 ; заявл. 13.10.61, Бюл. 1952, № 20.
5. *Таммет Х.Ф.* Счетчик аэроионов САИ-ТГУ-66 / *Х.Ф. Таммет* // Уч. зап. ТГУ.– Вып. 648. – Тарту, 1963. – С. 157–163.
6. Лічильник іонів в газовому середовищі : пат. 2131122 Рос. Федерация / *Макаров А.Б.*
7. *Гостев В.А.* Исследование воздушно-плазменного потока, создаваемого генератором холодной плазмы / *В.А. Гостев, А.А. Тихомиров.* – С. 560–563.
8. *Чижевский А.Л.* Аэроионификация в народном хозяйстве / *А.Л. Чижевский.* – М. : Стройиздат, 1989. – 488 с.
9. *Карпухин В.А.* Экспериментальные исследования продуцирующей способности аппаратуры для аэроионопрофилактики / *В.А. Карпухин, П.В. Лепихов* // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2001. – № 9. – С. 57–65.
10. *Карпухин В.А.* Дифференциальный метод и аппаратура для измерения концентрации аэроионов / *В.А. Карпухин, П.В. Лепихов, О.В. Комолова* // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002. – № 10–11. – С. 83–90.
11. Разработка аппаратуры для управляемого аэроионного воздействия / *В.А. Карпухин, П.В. Лепихов, Ю.Д. Губернский* и др. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2006. – № 1–2. – С. 97–103.

КОРЕНІВСЬКА Оксана Леонідівна – аспірант кафедри радіотехніки та телекомунікації Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- медична апаратура;
- апаратура для аероіонізації.

E-mail: niki80@rambler.ru

Подано 14.04.2010

Коренівська О.Л. Методи та апаратура для визначення кількості аеронів в іонізованому повітрі
Кореновская О.Л. Методы и апаратура для определения количества аэроионов в ионизированном воздухе
Korenovskaya O.L. Methods and apparatus for determining the amount of aeroions in the ionized air

УДК 623.4.011

Методы и апаратура для определения количества аэроионов в ионизированном воздухе / О.Л. Кореновская

В статье рассмотрены основные методы определения количества аэроионов в аэроионизированном воздухе и рассмотрено апаратуру, которая использует данные методы. Проведено детальное изучение существующих измерительных систем, описано их преимущества и недостатки.

УДК 623.4.011

Methods and apparatus for determining the amount of aeroions in the ionized air / Korenovskaya O.L.

In the article are considered the basic methods of determining the amount of aeroions in the aeroionized air and an apparatus which uses these methods is considered. The detailed study of the existent measuring systems is conducted, their advantages and defects are described.