

МЕТОДИ ВИМІРУ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ РЕЧОВИН І ФУНКЦІЙ ГАЗООБМІНУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Кунденко М. П., Бородай І. І.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведено аналіз методів виміру діелектричної проникності газообміну плодоовочевої продукції з навколишнім середовищем з високою чутливістю, реєстрацією показань за короткий проміжок часу.

Постановка проблеми. В обладнаннях контролю по зміні діелектричної проникності (ДП) газового середовища з етиленом, виникає необхідність розгляду методів формування високостабільних коливань у міліметровому діапазоні довжин хвиль. Найбільш простим з відомих методів побудови структурних схем формування коливань у мм діапазоні є застосування багатокаскадних лінійок множення частоти кварцового генератора.

При дослідженні діелектричних властивостей речовин під впливом яких-небудь зовнішніх факторів заслуговують на увагу прості порівняно точні методи виміру з використанням спектрального аналізу характеристик НВЧ вимірювального резонатора [1].

Проведений аналіз показує, що вимір змін малих величин проникності біологічних об'єктів слід проводити, вимірюючи не абсолютні значення ДП, а величину самих змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У основу апаратурної реалізації слід покласти неперебудовану конструкцію резонатора, яка зумовлює використання перебудовуваного по частоті генератора з короткочасною нестабільністю частоти в межах [2], що забезпечується застосуванням кварцових генераторів; для підвищення точності і автоматизації процесу виміру слід застосовувати частотне автоналаштування (ЧАП) генератора до частоти вимірювального резонатора; для підвищення чутливості вимірів уявною складовою слід розробити систему виміру з використанням спектральних методів аналізу характеристик НВЧ вимірювального резонатора.

Слід зазначити, що дослідженню систем з автоматичним підстроюванням частоти присвячена велика кількість робіт. Однак аналітичний розрахунок проектованої системи АПЧ ще не може бути покладений в основу ухвалення остаточного рішення про придатність її до виготовлення. Це пояснюється тим, що використовувані методи теорії керування дозволяють одержати досить точні й надійні розв'язки при виконанні твердих обмежень і умов, що ставляться до класу проектованої системи, до характеру зовнішніх сигналів, режимам роботи, складності системи. Ураховати зазначені особливості застосування різних методів розрахунків до однієї і тій же системі звичайно не надається можливим у силу неадекватності одержуваних результатів, труднощів їх узгодження, а також через велику трудомісткість таких розрахунків. Недотримання умов застосування і використання методів

розрахунків спричиняє викривлення одержаних оцінок. Викладені обставини змушують розглядати аналітичні розв'язки лише як попередній етап проектування, що готує основу для більш всебічного дослідження процесів керування на основі моделювання й макетування проектної системи.

Не менш актуальним завданням є також і розробка НВЧ джерела коливань із кварцовим генератором, що перебудовується. Високі вимоги до стабільності частоти, спектру вихідних сигналів змушують при розробці джерел НВЧ коливань звертати особливу увагу на амплітудні й фазові флуктуації [3]. Вочевидь, що перспективи поліпшення спектральних характеристик джерел НВЧ коливань пов'язані як з вдосконаленням теоретичних методів розрахунків, так і з вдосконаленням схем і конструкцій відповідних обладнань і їх елементів. Теоретичні дослідження повинні бути спрямовані на більш повний облік факторів, що впливають на характеристики НВЧ обладнання, зокрема, нелінійних явищ, що дозволяють отримати аналітичні характеристики, адекватні вимірюваним.

Для одержання оптимальних характеристик обладнань одними з перспективних є схемні методи. Вони відрізняються універсальністю й, крім того, можливістю застосування засобів мікроелектроніки й напівпровідникової техніки, що збігається із загальною тенденцією розвитку радіотехнічних систем. У той же час схемні методи в принциповому відношенні відрізняються найбільшою складністю через різноманіття можливих рішень, що значною мірою ускладнює їхню розробку й практичне використання.

Мета статті. Провести аналіз методів виміру діелектричної проникності газообміну плодоовочевої продукції з навколишнім середовищем.

Основні матеріали дослідження. Останні досягнення в розвитку технології виробництва транзисторів і діодів, відкриття нових фізичних явищ у напівпровідниках дозволяють робити мініатюризацію радіоелектронної апаратури, що працює у НВЧ діапазоні. Основними перевагами НВЧ генераторів і підсилювачів на напівпровідникових приладах є малі габарити й маса, низьковольтне живлення, висока механічна міцність, підвищена надійність і простота експлуатації. Однак, специфічні вимоги до НВЧ джерелам розглянутого класу вимагають дослідження й розробки структурних схем, що найбільше повно задовольняють заданим вимогам по спектрально-флуктуаційним і енергетичним характеристикам. Можливість реалізації тієї або іншої структурної схеми залежить від наявності відповідних напівпровідникових приладів, забезпечуючих задану вихідну потужність і можливість смужкового й мікрос-

мужкового її виконання.

Методи дослідження газообміну біологічних об'єктів рослинного й тваринного походження розроблялися протягом двох сторіч і ґрунтувалися на різних принципах виміру, таких як манометрія, амперметрія, маспектрометрія, радіометрія, оптико-акустичний і пари-магнітний аналіз газів і ін. Виміри в цій області пов'язані з визначенням кількості вуглекислого газу й кисню, використовуваних біологічною речовиною в процесі життєдіяльності. Основні методи визначення вуглекислого газообміну рослин і насіння засновані на поглинанні CO₂ лугом. Принцип виміру полягає у визначенні вуглекислоти шляхом кількісного поглинання її розчином луку й наступного виміру концентрації цього розчину стосовно контрольного. Для визначення концентрації розчину, що поглинає вуглекислоту, використовують способи титрування: об'ємне - розчином кислоти в присутності індикатору, електрометричне - по величині омичного опору луки й ін. Прилади на основі об'ємного титрування, незважаючи на широке застосування, відрізняються громіздкістю, крихкістю через скляні частини, обмеженою точністю вимірів. Електрометричні прилади, володіючи високою чутливістю вимірів (0,004 мг CO₂/л), не дають можливості одержати дуже важливу для дослідження процесу газообміну концентрацію CO₂ у повітрі в момент виміру. Методи, засновані на вимірі рН розчину при його контакті з досліджуванним повітрям, з наступним обчисленням за отриманими даними концентрації вуглекислоти в повітрі, є одними із кращих. Методи виміру рН, незважаючи на хороші якості, мають істотні недоліки, до яких слід віднести візуальне визначення вимірюваної величини й більші помилки вимірів [64]. Вимір вуглекислоти по поглинанню інфрачервоного випромінювання, на основі якого розроблені оптико-акустичні газоаналізатори, відрізняється високою чутливістю й точністю вимірів газообміну (до 0,001 % CO₂). Однак, інерційність вимірів і необхідність очищення досліджуваного повітря від водяних пар, що мають максимум поглинання в інфрачервоній області спектра, є істотними недоліками цього способу виміру. Особливу групу визначення газообміну становлять комплексні методи. З їхньою допомогою можна визначити як кількість виділеної вуглекислоти, так і обсяг поглиненого кисню. Вуглекислота визначається шляхом поглинання її лугом, а кисень - шляхом виміру обсягу води, що заповнює обсяг посудини з киснем у міру зміни його обсягу. Позитивною стороною описаних методів є можливість визначати як вуглекислоту, так і кисень. Але їх чутливість і точність невелика, і тому в більшості випадків при використанні цих методів потрібні тривалі експозиції.

При поглибленому аналізі газообміну слід проводити одночасний вимір як вуглекислого газів, так і кисню. Методи виміру газообміну біологічних речовин по кількості виділеного або поглиненого кисню досить різноманітні. Найбільш простим способом визначення кількості виділеного або поглиненого кисню є об'ємний газовий аналіз проб газу, що періодично відбираються із приймача з об'єк-

том. Звичайно при цьому проба газу приводиться в опір з розчином пірогалолу, і весь кисень, що був у пробі, поглинається ним. По зміні обсягу газу судять про концентрацію кисню. Однак, такі виміри не дають можливості вірогідно судити про процеси газообміну.

Висновки. Із усіх методів дослідження газообміну по кисню найбільш широке розповсюдження знайшов манометричний. Перевагою манометрії є висока чутливість, реєстрація показань за короткий проміжок часу, можливість роботи при високому змісті кисню й одночасне вивчення газообміну двох газів (CO₂ і O₂). У силу зазначених переваг манометричний спосіб займає особливе положення навіть у порівнянні з таким методом, як оптико-акустичний.

Список використаних джерел

1. Бородай І. І. Аналіз методів і обладнань контролю дихання плодів при впливі на них електромагнітного випромінювання / І. І. Бородай, М. П. Кунденко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". - 2016. - Вип. 175. - С. 166-169.
2. Зоммерфельд А. Електродинаміка / А. Зоммерфельд. - Пер. с німецького. - М.: Іноземна література, 1958. - 657 с.
3. Бородай І. І. Вплив зовнішнього електромагнітного поля на обмінні процеси в плодах фруктів / І. І. Бородай // Вісник НТУ "ХПІ" "Механіко-технологічні системи та комплекси". - Харків: НТУ "ХПІ", 2017. - № 16 (1238). - С. 131-136.

Анотація

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВЕЩЕСТВ И ФУНКЦИЙ ГАЗООБМЕНА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Кунденко Н. П., Бородай И. И.

Проведен анализ методов измерения диэлектрической проницаемости газообмена плодовоовощной продукции с окружающей средой с высокой чувствительностью, регистрацией показаний за короткий промежуток времени.

Abstract

METHODS OF MEASUREMENT OF DIELECTRIC INTRODUCTION OF SUBSTANCES AND FUNCTIONS OF THE GASEOUS EXCHANGE OF BIOLOGICAL OBJECTS

M. Kundenko, I. Boroday

The analysis of methods for measuring the dielectric constant of gas exchange of fruit and vegetable products with the environmentally sensitive medium with high sensitivity, registration of indications in a short period of time is carried out