

Тоді $\chi^2 = 69 \cdot 0,00615 \cdot 20 = 8,49$.

Табл. 2. Розрахунок оцінок параметрів та координат теоретичної кривої нормального закону розподілу

j	\bar{x}_j	r_j	$\bar{x}_j r_j$	$f_e(x_j)$	$(\bar{x}_j - \bar{x})^2$	$(\bar{x}_j - \bar{x})^2 r_j$	$f_e(x_j)$	$f(x_j)$	$\frac{[f_e(x_j) - f(x_j)]^2}{f(x_j)}$
1	235	0,217	50,995	-38,6	1489,96	323,32	0,0109	0,0060	0,00400
2	255	0,246	62,730	-18,6	345,96	85,11	0,0123	0,0107	0,00024
3	275	0,203	55,825	1,4	1,96	0,40	0,0102	0,0127	0,00049
4	295	0,145	42,775	21,4	457,96	66,40	0,0073	0,0101	0,00078
5	315	0,116	36,540	41,4	1719,96	198,82	0,0058	0,0054	0,00003
6	335	0,056	19,430	61,4	3769,96	218,66	0,0029	0,0019	0,00053
7	355	0,015	5,325	81,4	6625,96	99,39	0,0007	0,0005	0,00008
Разом	-	1,000	273,6	-	-	992,1	-	-	0,00615

Отримане значення χ^2 близьке до табличного [7], що відповідає ймовірності узгодження $p = 0,08$ для ступенів вільності $S = n - c - 1 = 7 - 2 - 1 = 4$, де: n – кількість інтервалів; c – кількість числових характеристик розподілу (для нормального закону розподілу $c = 2$). З огляду на те, що ймовірність узгодження є більшою за $0,05$, то теоретичний (нормальний) закон розподілу відповідає такому для випадкової величини.

За розрахунковими даними, поданими у табл. 2, побудовано гістограму розподілу та криву нормального закону розподілу експериментальних частот тривалості контролю кузовів автобуса на дефектувальній дільниці (рис. 2).

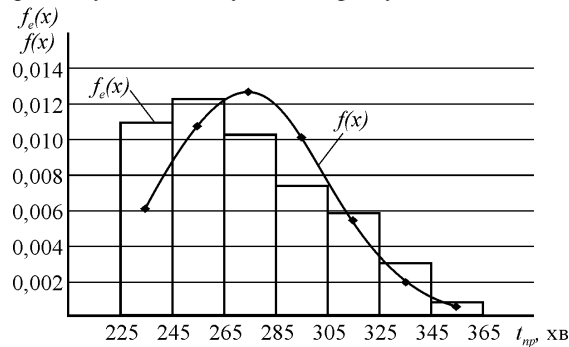


Рис. 2. Гістограма розподілу експериментальних частот тривалості контролю кузовів на дільниці та теоретична крива нормального закону розподілу

Висновки:

1. Охарактеризовано виробничий процес дефектування кузовів та визначено алгоритм опрацювання емпіричних даних.
2. Розраховано показники ймовірнісного розподілу частот тривалості контролю кузовів на дефектувальній дільниці.
3. На підставі аналізу законів розподілу величин, що характеризують процеси дефектування кузовів, можна мінімізувати кількість контрольованих параметрів, що підвищить ефективність ремонту автобусних кузовів.

Література

1. Кац А.М. Автомобильные кузова / А.М. Кац. – М.: Изд-во "Транспорт", 1980. – 272 с.
2. Мальшев Г.А. Ремонт автобусных кузовов / Г.А. Мальшев, Л.С. Брейтерман. – М.: Изд-во "Автотрансиздат", 1983. – 235 с.
3. Мальшев Г.А. Теория авторемонтного производства / Г.А. Мальшев. – М.: Изд-во "Транспорт", 1977. – 224 с.
4. Дехтеринский Л.В. Статистические методы оценки состояния ремфонда / Л.В. Дехтеринский, В.П. Крюков. – М.: Изд-во ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1989. – 107 с.
5. Фалалеев А.П. Наукові основи відновлення властивостей пасивної безпеки під час ремонту кузовів легкових автомобілів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.22.20 – "Експлуатація та ремонт засобів транспорту" / А.П. Фалалеев. – К., 2013. – 36 с.
6. Гудз Г.С. Систематизація дефектів кузова спеціальних автобусів / Г.С. Гудз, М.М. Борис, І.Я. Захара // Наукові нотатки Луцького НТУ: зб. наук. праць. – Луцьк: Вид-во Луцького НТУ, 2014. – Вип. 46. – С. 117-120.
7. Дрогомирецька Х.Т. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посібн. / Х.Т. Дрогомирецька, О.М. Рибинська та ін. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2012. – 396 с.

Гудз Г.С., Борис М.М., Захара І.Я. Определение характерных частот продолжительности дефектирования кузовов специальных автобусов на основании вероятностной модели

Проанализированы возможные дефекты кузова специального автобуса на основании наблюдений за ними в производственных условиях. В результате обработки статистических данных рассчитана плотность распределения продолжительности пребывания кузова на участке, построена гистограмма эмпирического распределения продолжительности и определен его теоретический (нормальный) закон. Исследована согласованность между теоретическим и эмпирическим распределениями величин с помощью критерия Пирсона, что позволит минимизировать количество контролируемых параметров кузова.

Ключевые слова: кузов, специальный автобус, дефектирование, статистический и вероятностный анализ.

Gudz G.S., Borys M.M., Zakhara I.Ya. Characteristic Frequency of a Special Bus Body Flawing Duration Definition on the Basis of Probability Approach

Some possible defects of special bus body based on their observations in a production conditions were analysed. As a result of working with statistical data, the distribution density of body stay length at the station was calculated, the empirical length distribution histogram was built and its theoretical (normal) law was defined. The consistency between theoretical and empirical distributions of variables using Pearson criterion that will minimize the number of monitored body parameters is investigated.

Key words: body, special bus, flawing, statistical and probabilistic analysis.

УДК 621.317 Доц. Р.М. Івах, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ

Розглянуто актуальність дослідження діелектричних властивостей матеріалів, наведено основні галузі застосування дієлькометрії, особливу увагу зосереджено на можливості використання дієлькометричних методів у вологометрії. Систематизовано методи вимірювання діелектричної проникності з урахуванням роду струму. Коротко охарактеризовано основні групи методів, проаналізовано їхні переваги та недоліки, вказано можливі частоти змінного струму використання, а також значення похибок, які при цьому можна досягнути. На основі проведених теоретичних досліджень рекомендовано пріоритетні методи вимірювання діелектричної проникності для певного діапазону частот.

Ключові слова: діелектрична проникність, методи, вимірювання, змінний струм, постійний струм, мостові методи, силові методи.

Актуальність теми. Дослідження діелектричних властивостей матеріалів (рідких, твердих, сипких) є однією з фундаментальних і складних проблем науки, що має велике теоретичне та практичне значення, оскільки точні вимірювання цих властивостей можуть забезпечити вчених та інженерів важливою інформацією, яка дасть змогу належним чином визначити передбачувану область застосування матеріалу для підвищення надійності конструкцій або для спостереження за процесом виробництва з метою покращення якості.

Галузі застосування дількометрії досить різноманітні. Найчастіше діелектричні методи використовують для вимірювання вологості різних хімічних сполук: мінеральних, рослинних і тваринних жирів; вологості сільськогосподарських продуктів (трави, силосу, зерна, чаю, тютюну, м'яса, молока і хліба тощо); дерева, піску, глини, вугілля, гуми; вмісту компонентів різних гетерогенних систем, зокрема для визначення коефіцієнта армування композитних матеріалів. Важливою сферою використання дількометрії є аналіз сумішей газів, виявлення неоднорідності; радіогеологія, де досліджують та аналізують неоднорідність ґрунту; виявлення сторонніх включень у матеріалах (наприклад цвяхи у дереві і т. ін.) і безліч подібних застосувань.

Мета дослідження. Проаналізувати та дослідити усі наявні методи вимірювання діелектричної проникності. Встановити частотні діапазони, які є оптимальними для конкретного методу.

Методика дослідження. Для визначення значення діелектричної проникності використовують методи як на постійному струмі, так і на змінному в широкому діапазоні частот (рис. 1) [2]:

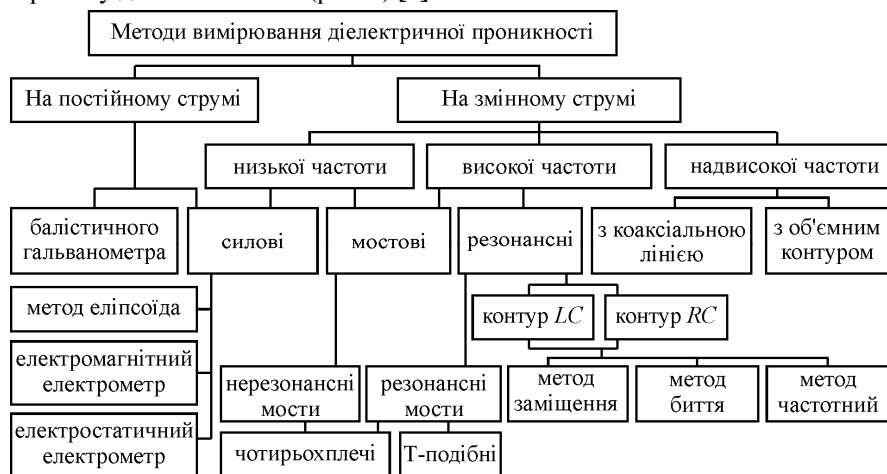


Рис. 1. Класифікація методів вимірювання діелектричної проникності

Методи вимірювання діелектричної проникності на постійному струмі можна поділити на дві групи: класичний метод балістичного гальванометра; силові методи. Метод балістичного гальванометра на цей час застосовують дуже

рідко, зазвичай для речовин з малою провідністю (ізоляторів). Його можна застосувати для вимірювання діелектричної проникності речовин з невеликою провідністю (наприклад напівпровідників), але при цьому використовують громіздку вимірвальну апаратуру.

Проте силові методи вимірювання діелектричної проникності набули значного поширення через можливість їх використання як на постійному струмі, так і на змінному. Основною перевагою цих методів є те, що вони можуть бути використані для вимірювань діелектричної проникності рідких речовин з порівняно високою провідністю – порядку $10^{-3}-10^{-2}$ См·см⁻¹ за будь-якого значення ϵ , при цьому похибка вимірювання становить 0,5-10 % [3]. Ці методи можна також застосовувати для вимірювання діелектричної проникності газів.

Силові методи вимірювання можна поділити на три групи [2]: метод еліпсоїда; метод електромагнітного електрометра; метод електростатичного електрометра. Серед наведених вище методів найпоширенішим є метод еліпсоїда. Цей метод використовують як на постійному, так і на змінному струмі низької частоти. Зазвичай під час вимірювань провідних рідин застосовують частоти у межах 2-10 кГц. Вимірювання діелектричної проникності можна здійснювати для добре провідних рідин (розчини сірчаної, азотної кислот та солей) з максимальною похибкою до 5 % [8].

Метод електростатичного електрометра базується на вимірюванні сил, які виникають в електростатичних полях. Для вимірювання використовують квадрантні електрометри, пристрої з неоднорідним електростатичним полем [1]. Найбільшого поширення отримали методи вимірювання діелектричної проникності на змінному струмі. Це пов'язано з тим, що під час їх використання можна отримати інформацію про структуру і властивості матеріалу. Вони дають змогу визначати діелектричну проникність рідин і розчинів електролітів зі значною електропровідністю, і нарешті, обладнання, яке використовується, є компактным та зручним.

Методи вимірювання діелектричної проникності на змінному струмі поділяють на [2]:

- на низькочастотні (НЧ) – з діапазоном частот від 50 Гц до 20 кГц;
- високочастотні (ВЧ) – з діапазоном частот від 10^4 до 10^8 Гц;
- надвисокочастотні (НВЧ) – від 10^8 до 10^{11} Гц.

До низькочастотних методів належать дві групи методів: силові та мостові. Останні найпоширеніші і використовуються, як правило, для вимірювання діелектричної проникності непровідних або погано провідних речовин, з похибкою менше ± 1 % [4].

Мостові методи за принципом роботи можна поділити на дві групи:

I група – нерезонансні або прості мости різного типу (зрівноважені, незрівноважені), які використовують за низьких частот (не більше 10^4 Гц):

II група – резонансні мости, умова рівноваги яких залежать від частоти, і застосовуються за частот до 10^6 Гц для речовин з питомою електропровідністю 10^{-4} См·см⁻¹. Резонансні мости, зазвичай, мають вищу чутливість порівняно з нерезонансними мостами. Крім цього, мостові методи вимірювання дають змогу під час вимірювання відділити активну та реактивну складові повного опору.

До високочастотних методів, окрім мостових, які розглянуто вище, відносять резонансні методи з використанням активних (LC) або пасивних (RC) коливальних контурів. Ці методи досить поширені, тому що вимірювання можна проводити як аналоговими, так частотними методами за частот до 10^8 Гц [5].

Методи надвисокої частоти (НВЧ) застосовують головним чином для вимірювання діелектричної проникності добре провідних розчинів електролітів. На цей час широко використовують, незважаючи на порівняно з іншими методами складну апаратури. Ці методи можна поділити на дві групи:

- методи з коаксіальною лінією, які використовуються у діапазоні частот від 10^8 до 10^{11} Гц ;
- методи з об'ємним резонансним контуром, які застосовуються в діапазоні частот 10^9 - 10^{11} Гц.

У першому випадку досліджуваній зразок поміщається в коаксіальну лінію або хвилевід, в якому створюється стояча або біжуча хвиля, в другому випадку застосовують циліндричний об'ємний резонансний контур, всередині якого знаходиться досліджуваній розчин, який виконує роль навантаження цього контуру. З використанням НВЧ-методів можна вимірювати діелектричну проникність розчинів, що мають провідність до $1 \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$ з точністю до $\pm 1\%$ [7].

Недоліком методів НВЧ є потреба витримувати точні розміри коливальних контурів, оскільки вони визначають точність розмірів досліджуваного зразка, потреба високої стабільності роботи НВЧ-генератора.

Висновки. Всебічне дослідження різноманітних діелектричних речовин дало змогу зробити висновок, що для виявлення їх структури та складу необхідно здійснювати вимірювання діелектричної проникності у широкому діапазоні частот (від 0 до 10^{13} Гц). Такий широкий частотний діапазон не можна охопити єдиним методом вимірювання. У кожному піддіапазоні частот існує свій пріоритетний метод (рис. 2).

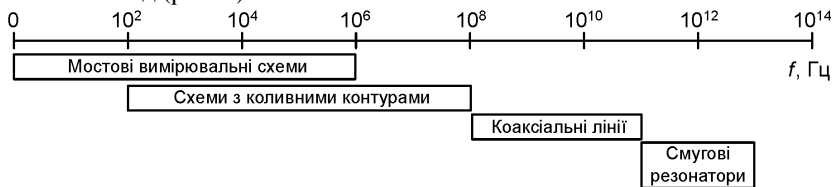


Рис. 2. Пріоритетні методи вимірювання діелектричної проникності для певного діапазону частот

Література

1. Эме Ф. Диэлектрические измерения для количественного анализа и для определения химической структуры : пер. с нем. Б.Н. Штиллера / под ред. канд. техн. наук И.И. Заславского. – М. : Изд-во "Химия", 1967. – 236 с.
2. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов] / Б.А. Лопатин. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1975. – 295 с.
3. Основы измерения диэлектрических свойств материалов. Заметки по применению // Agilent Technologies.
4. Rohde & Schwarz. Measurement of Material Dielectric Properties : Application Note.
5. Venkatesh M.S. An overview of dielectric properties measuring techniques / M.S. Venkatesh and G.S.V. Raghavan // Canadian Biosystems Engineering. – 2005. – Vol. 47. – Pp. 7.15-7.30.
6. Бугров А.В. Высокочастотные емкостные преобразователи и приборы контроля качества / А.В. Бугров. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1982. – 94 с.

7. Берлинер М.А. Измерения влажности / М.А. Берлинер. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Энергия", 1973. – 400 с.

8. Алейников А.Ф. Датчики (перспективные направления развития) : учебн. пособ. / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко; под ред. М.П. Цапенко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2001. – 176 с.

Ивах Р.М. Систематизация методов измерения диэлектрической проницаемости

Рассмотрена актуальность исследования диэлектрических свойств материалов, приведены основные области применения диэлькометрии, особое внимание сосредоточено на возможности использования диэлькометрических методов во влагометрии. Проведена систематизация методов измерения диэлектрической проницаемости с учетом рода тока. Кратко охарактеризованы основные группы методов, проанализированы их преимущества и недостатки, указаны возможные частоты переменного тока использования, а также значения погрешностей, которые при этом можно достичь. На основе проведенных теоретических исследований рекомендовано приоритетные методы измерения диэлектрической проницаемости для определенного диапазона частот.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, методы, измерение переменного тока, постоянный ток, мостовые методы, методы.

Ivakh R.M. Systematization of the Methods of Measuring Dielectric Permittivity

The relevance of research of the dielectric properties of materials is considered. Some basic application areas of dielectrometry are described. Special attention is paid to the possibility of using methods in the sample, humidity measurement. The systematization of the methods of measuring the dielectric permittivity concerning the type of current is made. Some basic groups of methods are briefly described, their advantages and disadvantages are analysed. Possible frequency AC use and value of errors that can be reached are indicated. On the basis of theoretical research priority methods for measuring the dielectric permittivity for a given frequency band are recommended.

Key words: dielectric permittivity, methods of measurement, AC, DC, bridge methods, power methods.

УДК 697:696.628.8 Доц. М.А. Кириченко, канд. техн. наук; доц. Н.В. Чепурна, канд. техн. наук; доц. С.В. Барановська, канд. техн. наук – Київський НУ будівництва та архітектури

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В МІЖРЯДНОМУ ПРОСТОРІ ТРУБНИХ ПУЧКІВ І РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУР НА ПОВЕРХНІ НАГРІВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Наведено результати експериментальних досліджень розподілу швидкості повітряного потоку в міжрядному просторі трубних пучків і температур на поверхнях нагрівальних елементів. Результати експериментів засвідчили, що осеві вентилятори формують нерівномірний повітряний потік перед нагрівальним трубним пучком. Ця початкова нерівномірність повітряного потоку в трубному пучку поширюється як по перерізу пучка, так і по його глибині. Нерівномірний повітряний потік істотно впливає на температуру поверхні нагрівальних елементів. Розподіл температури на поверхні нагрівальних елементів залежить від швидкості повітряного потоку.

Ці експерименти дають змогу оптимізувати компоновку розташування нагрівальних елементів у вентиляційно-опалювальних агрегатах.

Ключові слова: трубний пучок, швидкість, температура, повітряний потік, повітряний нагрівач, вентилятор.