

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 7

«Дослідження ємнісних датчиків»

з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 7 «Дослідження ємнісних датчиків» з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 10 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
О.Є. Капустян, ст. викладач;
Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 29.03.2017

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 8 від 11.04.2017

1 МЕТА РОБОТИ

Дослідження змінення ємності конденсатора з повітряним діелектриком від рівня рідинного діелектрика.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Якщо проаналізувати відомі процеси вимірювань, то переважно кількісне значення вимірюваної величини отримується тільки після того, як тим чи іншим способом ми її видозмінимо.

В автоматичних пристроях широко застосовують електричну енергію, яка має ряд переваг у порівнянні з іншими видами енергії. Серед переваг можна зазначити: простота передачі на значні віддалі, можливість акумулювання тощо. Однак величини, які характеризують більшість процесів на транспорті – неелектричні: швидкість, переміщення, температура, тиск тощо. У зв'язку з цим часто виникає потреба у перетворенні різноманітних неелектричних величин в електричні сигнали, які змінюються відповідно до змін неелектричних вимірюваних величин. Елементи, які призначені виконувати вказані перетворення називають датчиками (чи перетворювачами).

Електричні датчики, які перетворюють неелектричні вхідні величини в електрорушійну силу чи напругу, називають генераторними (активними) датчиками. Ці датчики не потребують зовнішнього джерела живлення. Датчики, в яких вимірювання неелектричної величини супроводжується відповідною зміною того чи іншого електричного параметра (індуктивності, ємності, опору), називають параметричними (пасивними). Вони отримують енергію від допоміжного джерела живлення.

До датчиків ставляться наступні вимоги: неперервність та лінійність статичної характеристики, висока чутливість, низька інерційність, висока надійність, мінімальні вартість, габаритні розміри та маса.

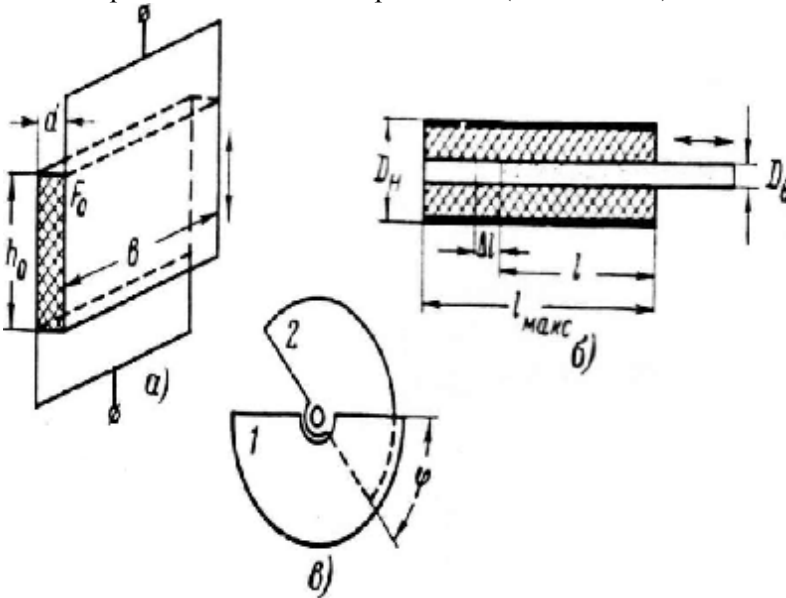
В системах автоматичного регулювання застосовується багато різноманітних перетворювачів, одним з яких є конденсаторні чутливі елементи. Вони перетворюють кутові і лінійні переміщення в

електричні сигнали, які можуть керувати різними автоматичними процесами та контролювати рівень діелектричних рідин.

Ємнісним датчиком називають такі датчики, в яких вимірювана величина перетворюється у значення ємності безпосередньо чи при механічних переміщеннях.

Характерні галузі застосування ємнісних датчиків – вимірювання механічних переміщень (ємнісні мікрометри), вимірювання рівнів, тиску тощо.

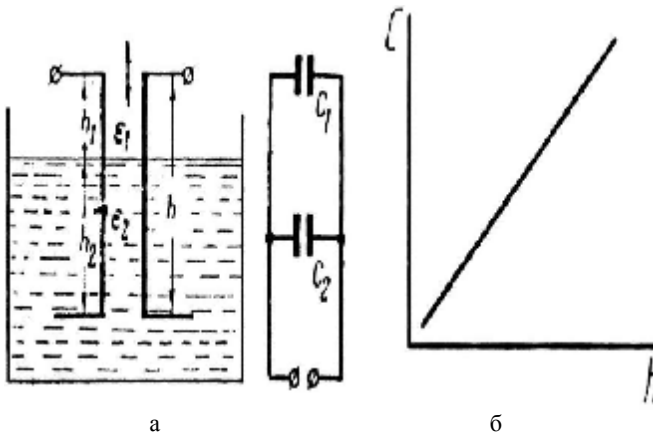
Існують різні типи ємнісних перетворювачів (рис. 2.1, 2.2). Це може бути перетворювач – конденсатор, в якого одна пластина переміщується відносно іншої таким чином, що змінюється віддаль між пластинами. Такі перетворювачі застосовуються, в основному, для вимірювань незначних переміщень (менше 1 мм).



а - плоский; б - циліндричний; в - той, що обертається

Рисунок 2.1 - Ємнісні перетворювачі із змінною площиною.

Застосовують також диференційні ємнісні перетворювачі, в яких при переміщенні центральної пластини ємність одного конденсатора збільшується, а другого – зменшується. Диференційна конструкція дає змогу зменшити похибки нелінійності та збільшити робочий діапазон вимірюваних переміщень.



а - конструкція; б - еквівалентна схема

Рисунок 2.2 - Ємнісні перетворювачі зі змінним діелектриком

Ємнісні перетворювачі також застосовуються для вимірювання рівня рідини. Ємність між електродами залежить від рівня рідини, оскільки діелектрична проникність контрольованої рідини відрізняється від повітря.

Ємнісні перетворювачі прості за конструкцією, використовують недорогі матеріали для виробництва; низьке споживання енергії; мають високу чутливість, малі розміри, масу і відносно низьку інерційність та зворотню дію на контролюючі параметри; відсутність контактів; довгий термін експлуатації; простота пристосування форми датчика до різних завдань і конструкцій. До їх недоліків слід віднести порівняно невеликий коефіцієнт передачі (перетворення); високі вимоги до екранування деталей із-за впливу зовнішніх електричних полів, паразитних ємностей, температури, вологості; необхідність роботи на підвищеній (у порівнянні з 50 Гц) частоті.

В основу роботи ємнісного перетворювача закладена залежність змінення ємності електричного конденсатора при дії на нього величини, виміряється.

Ємність площинного конденсатора розраховується за відношенням:

$$C = 0,088\varepsilon \cdot F/d, \text{ пФ},$$

де ε - відносна діелектрична проникненість, для повітря $\varepsilon = 1$
пФ/см;

F - діюча площа обкладин конденсатора, см²;

d - товщина діелектрика (або зазору), см.

Таким чином ємнісні перетворювачі можуть працювати із застосуванням змінення площини F , відстані між пластинами d , а також діелектричної проникненості ε .

Зміна ємності площинного конденсатора розраховується по формулі:

$$\Delta C = 0,088\varepsilon \cdot \Delta F/d$$

Для циліндричного ємність має вид:

$$\Delta C = 0,088 \cdot 2\pi\varepsilon \cdot \Delta l / \ln(D_H/D_B).$$

Для такого, що обертається:

$$C = C_o + 0,088\varepsilon \cdot \varphi \cdot \psi/d$$

де C_o - початкова ємність;

φ - кут повороту ротора;

ψ - змінення площини на одиницю кута повороту.

За способом виконання всі ємнісні вимірювальні перетворювачі можна розділити на одноємнісні і двоємнісні датчики.

Останні бувають диференціальними і напівдиференціальними.

Одноємнісний датчик простий за конструкцією і являє собою один конденсатор із змінною місткістю. До його мінусів відноситься значний вплив зовнішніх факторів, таких як вологість і температура.

Для компенсації цих похибок застосовують диференціальні конструкції. Недоліком таких датчиків, в порівнянні з одноємнісними є необхідність як мінімум трьох (замість двох) екранованих сполучних проводів між датчиком і вимірювальним пристроєм для придушення, так званих, паразитних ємностей. Однак цей недолік окупається істотним підвищенням точності, стабільності і розширенням області застосування таких пристроїв.

У деяких випадках диференційний ємнісний датчик створити важко з конструкторських міркувань (особливо це відноситься до

диференціальних датчиків з перемінним зазором). Проте якщо і при цьому зразковий конденсатор розмістити в одному корпусі з робочим, виконати їх по можливості ідентичними по конструкції, розмірами, матеріалу, то буде забезпечена значно менша чутливість всього пристрою до зовнішніх дестабілізуючих впливів. У таких випадках можна говорити про напівдиференційний ємносний датчик, який, як і диференційний, відноситься до двоємносних.

Специфіка вихідного параметра двоємностних датчиків, які представляються як безрозмірне співвідношення двох розмірних фізичних величин (у нашому випадку ємностей), дає підставу називати їх датчиками відносин.

При використанні двоємносних датчиків вимірювальний пристрій може взагалі не містити зразкових мір ємності, що сприяє підвищенню точності вимірювання.

Датчики лінійних переміщень.

Неелектричні величини, що підлягають вимірюванню і контролю, дуже численні і різноманітні. Значну їх частину складають лінійні і кутові переміщення.

На основі конденсатора, у якого електричне поле в робочому зазорі рівномірно, можуть бути створені конструкції ємнісних датчиків переміщення двох основних типів:

- зі змінною площею електродів;
- з перемінним зазором між електродами.

Досить очевидно, що перші більш зручні для вимірювання великих переміщень (одиниці, десятки і сотні міліметрів), а другі для вимірювання малих і надмалих переміщень (частки міліметра, мікрометри і менше).

Датчики кутових переміщень.

Ємнісні вимірювальні перетворювачі кутових переміщень подібні за принципом дії ємнісним датчикам лінійних переміщень, причому датчики зі змінною площею також більш доцільні в разі не надто малих діапазонів виміру (починаючи з одиниць градусів), а ємнісні датчики з перемінним кутовим зазором можуть з успіхом використовуватися для вимірювання малих і надмалих кутових переміщень.

Зазвичай для кутових переміщень використовують багатосекційні перетворювачі зі змінною площею обкладок конденсатора.

У таких датчиках один з електродів конденсатора кріпиться до валу об'єкта, і при обертанні зміщується щодо нерухомого, змінюючи площу перекриття пластин конденсатора.

Це, в свою чергу, викликає зміну ємності, що фіксується вимірювальною схемою.

Інклінометри

Інклінометр (датчик крену) являє собою диференційний ємнісний перетворювач нахилу, що включає в себе чутливий елемент у формі капсули.

Вихідний сигнал датчика пропорційний величині ємності диференціального конденсатора, яка лінійно залежить від положення корпусу у вертикальній площині.

Інклінометр спроектований так, що має лінійну залежність вихідного сигналу від кута нахилу в одній, так званій, робочій площині і практично не змінює показання в іншій (непрацюючій) площині, при цьому його сигнал слабо залежить від зміни температури.

Для визначення положення площини в просторі використовується два, розташованих під кутом 90° один до одного, інклінометра.

Їх висока точність, мініатюрні розміри, відсутність рухомих механічних вузлів, простота кріплення на об'єкті і низька вартість роблять доцільним використовувати їх не тільки в якості датчиків крену, а й замінювати ними кутові датчики, причому не тільки на стаціонарних, але і на рухомих об'єктах.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Як розраховується ємність плоского конденсатора?
2. Чи впливає на ємність відстань між пластинами?
3. Як впливає на ємність тип діелектричного матеріалу?
4. Які методи використовують для вимірювання малих змін ємності?

5. Переліchte і дайте характеристику перевагам і недолікам ємнісних перетворювачів.
6. Чи впливає температура середовища на ємність?
7. Як змінюється ємність від кута повороту?
8. Де в зварюванні застосовуються ємнісні перетворювачі?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Машинна олія.
2. Лінійка.
3. Хімічний стакан.
4. Конденсаторний перетворювач.
5. Вимірювач R, C, L - E7-8.
6. Твердомір.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент мусить негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. При пожежі або ураженні електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності до затверджених інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Увімкнути вимірювальний прилад і дати йому час прогрітисся (10 хв).
2. Налити машинну олію у хімічний стакан.
3. Заміряти ємність конденсаторів C_1 та C_2 згідно рис. 2.2.
4. Провести експеримент, занурюючи перетворювач в олію через кожні 10 мм.
5. Отримані дані занести у табл. 6.1.
6. Побудувати графічну залежність ємності від глибини занурювання.

Таблиця 6.1 - Результати дослідження змінення ємності від рівня олії

Показник									
Глибина, мм	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Ємність, пФ									

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Короткі дані по теорії електричних ємнісних перетворювачів.
3. Способи розрахунків різних конденсаторів.
4. Графічна залежність $C-h$
5. Порядок проведення лабораторної роботи.
6. Пояснювання результатів експериментів.
7. Висновки по роботі.

8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Логинов В.Н. Электрические измерения механических величин. - М.: Энергия, 1976. - 103 с.