

## ВАТМЕТР З ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ХОЛЛА

Федоров А. О., студент ХТК ШСумДУ,  
Булашенко А. В., викладач, Забегалов І. В., викладач ШСумДУ

У зв'язку з розвитком сучасної техніки та технології зростають вимоги до точності вимірювання величин, які характеризують електромагнітну енергію. Однією з основних величин, яка вимірюється в радіочастотному діапазоні є потужність.

Задачі вимірювання потужності, що представляє собою важливу енергетичну характеристику, займають значне місце в сучасній вимірювальній техніці. Вимірювання цієї характеристики являється одним з основних видів вимірювань в електроенергетиці, електромашинобудуванні, електрометалургії, радіотехніці, електроніці, автоматичі, біофізиці та інших галузях науки і техніки [1].

Для управління потужністю використовують різні нелінійні та ключові пристрої, що спотворюють синусоїдальний сигнал та значно розширюють частотний спектр потужності, що поглинається навантаженням. Для керування такими процесами необхідний постійний контроль активної потужності. Тому розробка простих вимірювальних давачів активної потужності в широкому діапазоні частот залишається актуальною проблемою.

Особливе значення має вимірювання активної потужності там, де використовується електромагнітна енергія.

Найбільш перспективними пристроями для вимірювання активної потужності є гальваногіромагнітні перетворювачі, в яких застосовуються гальваномагнітні явища в тонких феромагнітних плівках (ФМП), такі як аномальний ефект Холла і магнітоопір [3].

Принцип дії таких перетворювачів полягає у перемноженні поперекових складових електромагнітного поля в довільному перерізі передавальної лінії з урахуванням зсуву фаз між ними [4].

Ефект Холла реалізується у перетворювачах Холла [5], що являють собою тонку напівпровідникову пластину (рис. 1), до двох затискачів якої (1–2) приєднується зовнішнє джерело струму, а з двох інших затискачів (3–4) "знімається" напруга, названа електрорушійною силою Холла. Вона дорівнює, як відомо,

$$E_x = R_x \frac{IB}{n} F\left(\frac{l}{a}, \mu, B\right) \sin \alpha, \quad (1)$$

де  $R_H$  - постійна Холла (залежить від властивостей напівпровідника);  $a$ ,  $l$ ,  $n$  - геометричні розміри перетворювача;  $\mu$  - рухливість носіїв струму;  $I$  - струм у перетворювачі;  $\alpha$  - кут між вектором індукції  $B$  і площиною перетворювача.

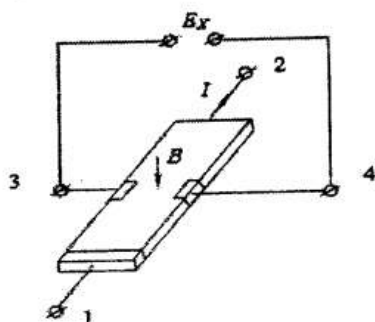


Рисунок 1 – Перетворювач Холла

Основною характеристикою перетворювача Холла, як елемента вимірювального пристрою, є його чутливість  $S_H$ , під якою розуміють відношення  $E_H$  до добутку  $IB$ . Несталість  $S_H$  обумовлюється як конструктивними параметрами перетворювача, так і умовами його виготовлення та застосування. Так,  $S_H$  може змінюватися до 40 % при зміні відношення  $l/a$  від 2 до 1, при цьому вона стає істотно нелінійною;  $S_H$  змінюється також через зміну параметрів  $\mu$  і  $R_H$  при відхиленні температури. На сталість  $S_H$  істотно впливає і технологія виготовлення перетворювачів.

Ці особливості перетворювачів Холла дуже обмежують область застосування їх у приладах високої точності. Однак ряд переваг, таких як можливість створення на їхній основі приладів з малим споживанням, простота, з якою досягається зміна діапазонів вимірювання обумовлюють все нові спроби створити на основі цих перетворювачів прилади для вимірювання потужності [2].

При вимірюванні потужності в перетворювачі варто забезпечити залежність однієї із вхідних величин від падіння напруги на навантаженні, а іншої – від струму через неї. На практиці цього можна досягнути тоді, коли обмотка, що створює магнітне поле, обтікається струмом через навантаження, а струм через перетворювач пропорційний падінню напруги на ній.

Ватметри з перетворювачем Холла конструктивно складаються з трьох елементів: перетворювача або помножуючого пристрою, магнітної системи і вимірювальної системи, що складається, у свою чергу, з первинних перетворювачів і з

вимірювального приладу постійного струму. Кожному з елементів таких ватметрів властиві похибки всіх трьох груп.

До похибок зумовлених магнітопроводом варто віднести похибки, що обумовлюються залежністю магнітної проникності від частоти, втратами на вихрові струми і перемагнічування, через появу яких відбувається зсув фаз між магнітним потоком і струмом, що намагнічує.

Похибки самих перетворювачів Холла включають похибки внаслідок нелінійної залежності вихідної електрорушійної сили від магнітного поля та похибки, що обумовлені власним полем перетворювача. Більш детальний розгляд похибок перетворювачів Холла показує, що на їхній основі можуть бути створені ватметри з похибкою 0,2 – 0,5 % [2]. Але значна похибка, яку дає терморушійна сила та випрямляючі контакти в напівпровідниках за невеликої чутливості ефекту зводить нанівець переваги перетворювачів Холла.

Однак, основними перевагами цих перетворювачів залишаються можливість використання їх при більших струмах, тому що відпадає ряд труднощів, що виникають при створенні трансформаторів струму і шунтів на широкий діапазон частот, а також використання при сильно перекручених формах кривих і при малих коефіцієнтах потужності.

1. Основи метрології та вимірювальної техніки: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – Т. 2: Вимірювальна техніка. – 656 с.
2. Barlow H.E.M. The application of the Hall effect in a semi-conductor to the measurement of power in an electromagnetic field // Proc. IEE.- 1955.- Vol. 102 B.- № 1.- P. 179-186.
3. Vountesmeri V. Audio frequency magnetoresistive watt-converter // IEEE. Trans. Instrum. and Meas. – 2002. – № 51. – P. 63–66.
4. Vountesmeri V., Martynyuk A. Magnetoresistive thin film sensor for active RF power // Sensors and Actuators: A Physical. – 1998. – № 69. – P. 21–26.
5. Богомолів В.Н. Устройства с датчиками Холла и датчиками магнитосопротивления. – М. – Л., Госэнергоиздат, 1961. – 168 с.