

УДК 681.2.08

ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТНОЇ ПРИЙНЯТЛИВОСТІ ДАВАЧА ХОЛЛА

Новиков О.О., Проценко В.Е.,

Херсонский национальный технический университет

UDC 681.2.08

**DETERMINATION OF MAGNETIC ACCEPTANCE AT SENSOR
HALL**

Novikov A.A., Protsenko V.E.,

Kherson National Technical University

Робота присвячена експериментальному дослідженню магнітної сприйнятливості давача Холла. Проведено розрахунок параметрів і магнітного поля соленоїда. Розрахунок проведено в автоматизованому та без автоматизованому режимах. Проаналізовано аналіз різних видів операційних підсилювачів та схем їх підключення. Вибрано підсилювач ОР07 та розроблена схема підключення до давача Холла.

Розроблено та виконано макет експериментальної установки. Проведені експериментальні вимірювання магнітної індукції давачем Холла. Виконана статистична обробка результатів.

Ключові слова: давач, підсилювач, магнітне поле, індукція.

The work is devoted to experimental research of magnetic susceptibility sensor Hall. The calculation parameters and the magnetic field of the solenoid. Calculation carried out automatically and without automated modes. Analyses analysis of different types of operational amplifiers and circuits of connection. Your OR07 and amplifier circuit designed to connect the sensor Hall.

Developed and implemented model of the experimental setup. Experimental measurements of magnetic induction sensor Hall. A statistical treatment of results.

Keywords: sensor, amplifier, magnetic field induction.

Вступ. Актуальність теми полягає в тому, що вимірювання параметрів магнітного поля є основою фундаментальних наукових та практичних досліджень. На основі магнітних вимірювань побудована значна кількість сучасних засобів автоматики, комп'ютерної техніки, діагностики.

Існує багато методів та засобів вимірювання магнітного поля (МП). Разом з тим, часто виникає необхідність безпосередньої оцінки параметрів магнітного поля.

Одним з доступних магніточутливих елементів, що дозволяють, в принципі, впоратися з поставленим завданням, є датчик Холла (ДХ). Ці пристрої досить добре вивчені і знаходять широке застосування в техніці. Однак, для рішення вимірювальної завдання, з отриманням кількісної оцінки результатів, наявної по ДХ інформації недостатньо.

Мета роботи. Створення методу визначення магнітної сприйнятливості давача Холла.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні завдання:

1. Теоретично проаналізувати та обґрунтувати вибір операційного підсилювача та схеми його підключення.
2. Розробити та виконати стенд для проведення експериментальних досліджень сприйнятливості магнітного поля давачем Холла.
3. Провести експериментальні дослідження чутливості давача Холла та статистичну обробку результатів.

Об'єктом дослідження є процес аналізу магнітного поля з використанням давача Холла.

Методи дослідження базуються на теорії розрахунку магнітного поля соленоїда та його вимірюваннях з використанням давача Холла.

В якості давача вибрано датчик Холла з чутливим елементом марки SS 495 А.

Враховуючи особливості давачів Холла: низький вихідний сигнал, необхідність забезпечення мало шумливих режимів роботи проведено аналіз існуючих операційних підсилювачів.

Проведено розрахунок параметрів соленоїда та параметрів магнітного поля з використанням відомих залежностей [1].

Розроблено стенд для експериментальних вимірювань. Загальний вид якої приведено на рис. 1.

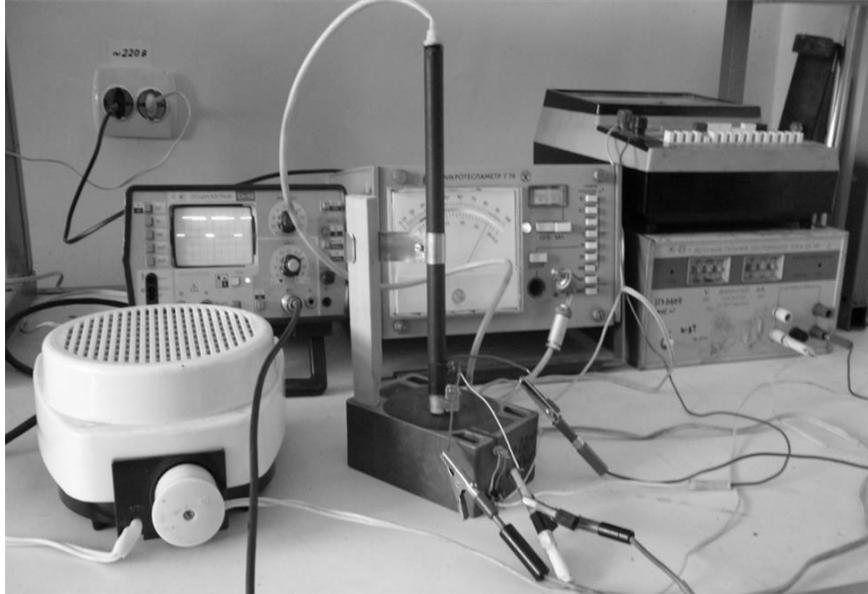


Рис. 1. Загальний вигляд обладнання стенду для проведення досліджень чутливості давача Холла: 1 – автотрансформатор; 2 – осцилограф С1-112; 3 – електромагніт; 4 – ферозонд; 5 – давач Холла з пороговим підсилювачем; 6 – мікротесламетр Г79, 7 – універсальний вимірювальний прилад Ц4311; 8 – джерело живлення +12В

Проведена статистична обробка результатів з визначенням середнього квадратичного відхилення, коефіцієнту варіації, середньої квадратичної похибки середнього арифметичного, довірчого інтервалу, необхідної чисельності вибірки, що відповідає точності отриманого середнього результату з використанням відомих формул [2, 3].

Результати експерименту. В використана циліндрична котушка з наступними параметрами: радіус $R_k = 0,145$ м; струм крізь дріт котушки $I = 0,15$ А; довжина котушки $l_k = 0,1$ м; діаметр дроту $d_n = 0,0002$ м; припустимо значення індукції магнітного поля соленоїда $B = 800$ мкТл.

Шляхом розрахунків визначена наступні параметри соленоїда та магнітного поля: напруження магнітного поля $H=636,4$ А/м; кількість витків намотувального дроту соленоїду $N=127$ витків; крок намотування дроту на соленоїд $t=0,781$ мм; опір соленоїда $r=10,43$ Ом; напруга на кінцях дроту, що намотаний $U=1,56$ В.

Розрахунок параметрів і магнітного поля циліндричного соленоїда в програмі Coil дав практично такі самі результати, тому при подібних розрахунках більш доречно використовувати автоматизований метод моделювання магнітного поля.

Вихідний сигнал давача Холла має мале значення вихідного сигналу тому його треба підсилити. Оскільки одночасно є корисним сигналом, на виході давача також присутні шуми, які при підсиленні викривляють дійсне значення корисного сигналу. У зв'язку з цим, для надійної роботи давача, його потрібно використовувати в магнітних полях, рівень яких перевищує шуми не менше ніж на порядок.

З проведеного аналізу операційних підсилювачів та їх схем включення, визначено, що для підсилення сигналу давача Холла можна використовувати диференційний підсилювач з від'ємним або позитивним зворотним зв'язком.

В роботі вибрано підсилювач марки OP07CP. Він рекомендований для побудови схем з низьким сигналом та низьким рівнем шуму.

Структурна схема підсилювача сигналу вибрана гістерезисною. Це дає можливість отримати на виході підсилювача імпульси без «дзенькоту» фронту та спаду. Це може бути диференційний підсилювач з позитивним зворотним зв'язком (рис.2).

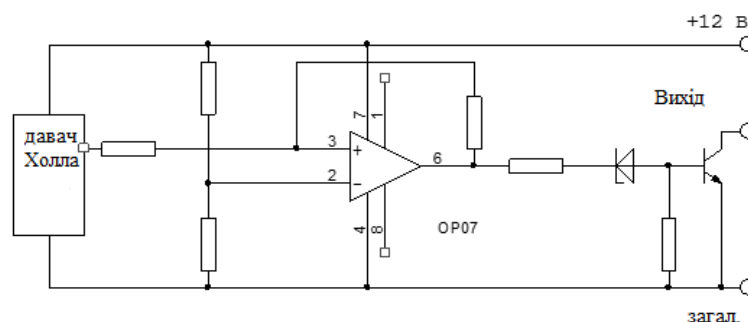


Рис.2. Структурна схема давача Холла з підсилювачем

Для вимірювання значення індукції використовували мікротеслометр Г 79. Принцип роботи мікротеслометра складається в наступному. Цей підсилювач змінного струму з декількома межами підсилювання і двома магнітоелектричними давачами (ферозондами), сигнали з яких підсилюються, детектуються і подаються на стрілочний прилад, який від градуйовано в значеннях індукції магнітного поля. Мікротеслометр має контрольне джерело змінного магнітного поля, за яким перевіряють працездатність магнітоелектричного давача (ферозонду).

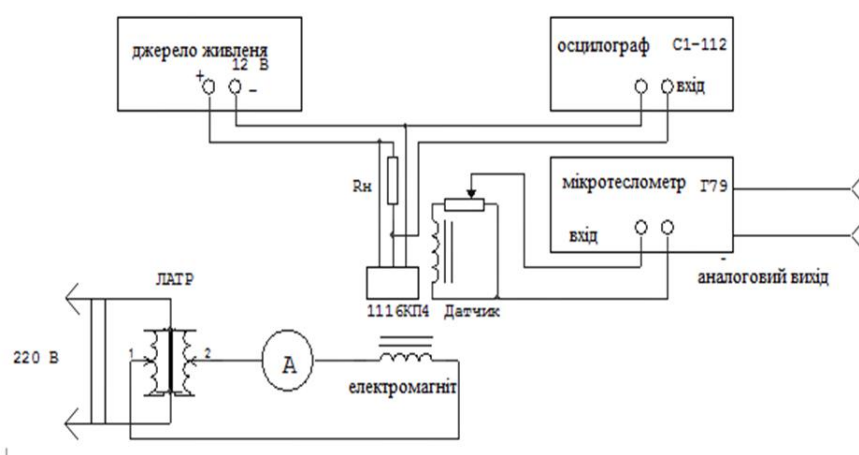


Рис.3. Схема електрична для визначення чутливості давача Холла

Проведено 20 вимірів магнітної індукції, середнє значення складає $(724,9 \pm 9,9)$ мкТл, коефіцієнт варіації $C_v = 3\%$, відносну похибку вимірювання магнітної індукції при рівні надійності $P=95$ - $\delta = 1,36\%$.

Висновки. За результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки. Проведений розрахунок параметрів і магнітного поля соленоїду з використанням автоматизованого методу в програмі Coil та без автоматизації показали достатньо високу узгодженість результатів. За аналізом різних типів операційних підсилювачів визначено, що для давача Холла необхідно використовувати диференційний підсилювач з від'ємним або позитивним зворотнім зв'язком. У разі використання позитивного зворотного зв'язку значення опору повинне бути не нижче 1 кОм. За параметрами вибрано

підсилувач ОР07. Розроблено та виготовлено стенд для експериментального дослідження сприйнятливості магнітного поля давачем Холла. Встановлено, що для вимірів магнітної індуктивності необхідно використовувати резистивний дільник, який ослаблює сигнал в 8,98 разів. Встановлено, що різниця між теоретичним та експериментальним значенням магнітної індукції менше 10, що відповідає середній варіабельності. За статистичним аналізом проведені експериментальні дослідження задовольняють кількості вимірів з достатньою точністю.

Література:

1. *Создание и измерение магнитного поля* / Киров С.А., Салецкий А.М., Харабадзе Д.Э. Учебное пособие. М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2010. - 15 с.
2. *Марусина М.Я., Ткалич В.Л., Воронцов Е.А., Скалецкая Н.Д.* «Основы метрологии, стандартизации и сертификации». Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 164 с.
3. *Сподоба А.В., Литвиненко В.Н.* Анализ источников электропитания радиоэлектронной аппаратуры // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2013. – № 1;
URL: biofbe.esrae.ru/184-907 (дата обращения: 20.11.2016).