

ВИБРАНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ГЕОРАДАРІВ

Абрамович А. О. , магістрант

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

На даний час існує велика кількість електричних принципових схем металодетекторів (найпоширенішого різновиду георадарів), які відрізняються за призначенням. Схеми діляться на три основні типи за принципом дії (передача-прийом, генератор биття частот, імпульсна індукція) і на ринку представлені багатьма моделями від різних фірм-виробників [1].

Кожна схема має свої переваги та недоліки в порівнянні з іншими схемами. Саме схемою визначається призначення металодетекторів: для пошуку чорних металів, розмінування, використання в археологічних та геологічних розвідках (для пошуку мідних та золотих самородків) та ін.

При розробці металодетектора виникає проблема оптимального підбору функціональних вузлів. Більшість схем можуть працювати лише із вузьким колом вузлів спецпризначення, що незручно для дослідження якихось фізичних процесів. Функціональні вузли, що використовуються у схемах можна замінити на кращі, але вузька спеціалізація схем не дає такої можливості.

Для того, щоб ефективно досліджувати різноманітні фізичні процеси при розробці металодетекторів, необхідно мати можливість оперативно замінювати функціональні вузли конструкції. Для цього автором було створено «комплекс для дослідження функціональних вузлів металодетекторів», який будучи універсальною системою, відповідає поставленій задачі.

За допомогою даного комплексу проводяться дослідження щодо практичної реалізації радіолокаційно-вихрострумowego методу розрізнення кольорових металів (золото, срібло, мідь і т. д.).

Для однорідного ізотропного середовища розповсюдження електричного поля задовольняє телеграфному рівнянню [2]. При низьких провідностях і високих частотах можна знехтувати дифузиею і розглядати лише хвильову частину електромагнітного поля [3].

$$\frac{\partial^2 \overline{E}}{\partial z^2} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 \overline{E}}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

Якщо радіолокаційний сигнал описується дійсною функцією $s(t)$, спектр відбитого імпульсу $S^*(f)$ в частотній області відповідає виразу $S^*(f) = R(f)S(f)$ Запишемо відбитий сигнал у часовій області:

$$S^*(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\left(\sum_{j=1}^{\infty} r_{j,j+1} e^{2ik \int_0^{z_j} n(\tau, f) d\tau} \right) \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-2\pi ift} dt \right] e^{2\pi ift} df \quad (2)$$

Для опису взаємодії ЕМ хвилі із металами скористаємось методом вихрострумівого контролю.

Щоб виявити залежність напруги накладного вихрострумівого перетворювача від товщини і електромагнітних властивостей об'єкта контролю (ОК) розглянемо задачу на розподіл ЕМ поля від збуджуючого витка радіуса R_3 із синусоїдальним струмом I , розміщеним над електропровідною пластиною товщиною T на висоті h_3 .

Вносима напруга $\bar{U}_{ВД}$ від ОК у приймальну антену радіусом R_D [4]

$$\bar{U}_{ВД} = j\omega \mu_0 \pi N_D N_3 R_D \bar{I} \int_0^{\infty} \varphi_1(x, \beta) J_1(x R_{3*}) J_1(x) e^{-x h_*} dx \quad (3)$$

N_D, N_3 – кількість витків у приймальній рамці та у передавальній

рамці., $h_* = \frac{h_3 + h_D}{R_3}$; $R_{3*} = \frac{R_D}{R_3}$, $\varphi_1(x, \beta) = \frac{\mu_r - \sqrt{x^2 + j\beta^2}}{\mu_r + \sqrt{x^2 + j\beta^2}}$

де μ_r відносна магнітна проникність, $x = \lambda R_3$, $\beta = R_3 \sqrt{\omega \mu_a \sigma}$.

Обробка парціальних імпульсів дозволяє наперед знати втрати сигналу при поширенні у неоднорідному середовищі із втратами з неоднорідним розподілом параметрів (2). Використання методу вихрострумів дозволяє розрахувати значення внесеної напруги в залежності від провідності металу у приймальну антену.

Отже, поєднавши два різні методи для обробки прийнятого сигналу, теоретично вдалось довести, що можна з високою вірогідністю розрізнити кольорові метали (3) — золото, мідь, срібло та ін.

Література

1. Абрамович А. О. Металодетектори / А. О. Абрамович, С.М. Дяченко // Вісник НТУУ «КПІ» Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2011. — Вип. 46. — С. 186 — 193.
2. Jol M. H. Ground Penetrating Radar Theory and Applications / H. M. Joy. — Oxford GB. : Elsevier B. V., 2009. — 574с. — ISBN: 978-0-444-53348-7.
3. Daniels D. J. Ground Penetrating Radar (2nd Edition) / D. J. Daniels. — London, UK. : Institution of Electrical Engineers, 2004, — 761с. — ISBN O 86341 360.
4. Неразрушающий контроль: в 5 т. Т. 3. Электромагнитный контроль: Практ. пособие / Под ред. В. В. Сухорукова — М. : Высш. шк., 1992. — 312с.