Діденко В. О., *магістрант,*
Тичков В. В., *к.т.н., доцент*
Трембовецька Р. В., *к.т.н., доцент,*
Гальченко В. Я., *д.т.н., професор,*
кафедра приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій,
Черкаський державний технологічний університет

ПОБУДОВА НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МЕТАМОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗВОРОТНИХ ЗАДАЧ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Необхідність контролю електрофізичних параметрів циліндричних об'єктів [1, 2] в обладнанні потенційно небезпечних виробничих процесах обумовлена стійкістю до можливих деградаційних впливів зовнішніх факторів при експлуатації: механічних ушкоджень, кліматичних умов, впливу агресивних середовищ тощо. Окрім того технологічний процес виготовлення таких об'єктів передбачає багатоступеневу термообробку та насичення зовнішніх шарів різноманітними речовинами (легування), що відповідно впливає на механічні властивості, зміна яких призводить також і до зміни електромагнітних властивостей матеріалу ОК по радіусу. Припустимий рівень ризику роботи потенційно небезпечних виробничих процесів враховує не тільки можливу небезпеку на потенційно небезпечному об'єкті, але і її наслідки. Рівень ризику визначає вибір типу та кількість технічних засобів контролю, можливість зпрогнозованої надійної роботи обладнання.

Метод контролю електрофізичних параметрів полягає в вимірюванні значень ЕРС вимірювальної котушки ВСП при різних частотах [1, 2].

Виникає задача визначення розподілу електропровідності та магнітної проникливості в ОК від радіусу на певних етапах технологічного процесу.

Мета роботи - побудова нейромережевої метамоделі розподілу електрофізичних параметрів в електропровідному немагнітному матеріалі при вихрострумовому контролі прохідним датчиком.

Відомі методи побудови метамоделей відрізняються різноманітними підходами до апроксимації та складністю їх реалізації. Достатньо розповсюдженим і потужним апаратом для апроксимації складних залежностей є нейромережеві технології, а саме штучні нейронні мережі на основі радіально-базисних функцій (RBF-мережі) та багатошарового персептрону (MLP-мережі), ймовірнісні мережі, узагальнено-регресійні мережі [3].

Задача реконструкції електрофізичних параметрів циліндричних об’єктів з використанням вихрострумового методу виконується із застосуванням штучної нейронної мережі на основі RBF-мережі. Для побудови метамоделі за допомогою штучної нейронної мережі необхідно задати значення (вхідні дані) σ_i, μ_i в точках кожного шару ОК при його кусково-постійній апроксимації для різних значень частоти котушки збудження, а також відповідні значення ЕРС. Тобто це є пряма задача, яку розв’язують рішенням диференціальних рівнянь Максвела для багатошарового об’єкту відносно векторного потенціалу А [4]. Розв’язком диференціальних рівнянь Максвела є функціональна залежність векторного потенціалу від електрофізичних параметрів об’єкту, геометричних параметрів та інших. Електрорушійна сила визначається за відомою залежністю ЕРС=f(A), таким чином отримуємо вихідні дані для побудови метамоделі.

Обернена задача полягає в реконструкції залежності $\sigma(r)$, $\mu(r)$ розподілу по hflsece ОК за допомогою сукупності виміряних значень ЕРС. Дана задача вирішується інверсією нейронної мережі.

Література:

1. Герасимов В.Г. Электромагнитный контроль однослойных и многослойных изделий /В. Г. Герасимов. – М.: Энергия, 1972. – 160 с.

2. Dodd C. V. Induction coils coaxial with an arbitrary number of cylindrical conductors/ C. V. Dodd, C. C. Cheng, W. E. Deeds// Journal of Applied Physics. – 1974. – Vol. 45, Issue 2. – P. 638–647. doi: 10.1063/1.1663297.

3. Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.: Пер. с англ. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

4. Koliskina V. Analytical and quasi-analytical solutions of direct problems in eddy current testing: doctoral thesis In Partial Fulfilment of the Requirements of the Doctor Degree in Mathematics [Subdiscipline of Mathematical modelling] / Koliskina Valentina. – Riga: Riga Technical university, 2013. – 193 p.

5. Трембовецька Р. В. Застосування MLP-метамоделей в задачах сурогатної оптимізації [Текст] / Р. В. Трембовецька, В. Я. Гальченко, В. В. Тичков // Молодий вчений. – 2018. – №2 (54). – С. 32–39. http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2018/2/8.pdf.

6. Гальченко В. Я. Нейромережева метамодель циліндричного накладного вихрострумового перетворювача як складова сурогатного оптимального синтезу [Текст] / В. Я. Гальченко, Р. В. Трембовецька, В. В. Тичков // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2018. – № 3 (66). – Т. 1. – С. 32–38. http://mkmm.org.ua/upload/Вісник_ТОМ1.pdf.