

УДК 111.11

МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЦИЛІНДРА З СЕКТОРІАЛЬНИМ ВИРІЗОМ

Богдан Горон

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,
goronbohdan@gmail.com

Існує багато різних методів діагностування стінок трубопроводів. В загальному, їх можна розділити на контактні, внутрішньотрубні та дистанційні. Контактні та внутрішньотрубні методи є достатньо ефективними, але мають ряд недоліків. Так ці методи є доволі трудомісткими, зокрема тому, що вимагають доступу до трубопроводу. Контактні методи також страждають від суттєвого впливу відстані між магнітним давачем та поверхнею об'єкту на сигнал та відсутності інформації про глибину залягання дефектів. Крім того габарити та маса обладнання для контролю об'єктів з товщиною стінки більше 16 мм є значними. Відтак перспективними видаються дослідження та розробка дистанційних методів. Наприклад, безконтактні вимірювання магнітного поля, створеного струмом катодного захисту або окремим генератором, дозволяють визначати місце та глибину залягання трубопроводу, контролювати стан протикорозійного захисту, виявляти місця пошкодження ізоляції та корозії. У рамках цих досліджень виникає проблема знаходження вигляду магнітного поля, яке створює циліндр з дефектом.

У випадку циліндра з дефектом у постійному однорідному зовнішньому магнітному полі, ця проблема є магнітостатичною і зводиться до розв'язування рівняння Лапласа:

$$\Delta U = 0.$$

Розглядаються три області: внутрішня, дефекту та зовнішня, а також граничні умови на їх межах і скалярний потенціал, який використовують у магнітостатичних задачах [1]. З відомих досліджень рівняння Лапласа [2] ми можемо отримати загальний розв'язок, таким чином ми будемо мати вирази потенціалів та напруженостей у всіх областях, у загальному випадку в такому вигляді:

$$U_i(r, \phi) = \sum A_p r^p \cos p\phi \quad (1)$$

для внутрішньої області та області дефекту, і

$$U_e(r, \phi) = H_0 r_0 \cos \varphi + \sum_n C_n r^{-n} \cos n\phi. \quad (2)$$

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2020» 26–28 травня 2020 р., Львів

для зовнішніх областей.

Розв'язок подібних систем для несиметричних випадків вже запропонований [3], основна проблема полягає в тому, щоб знайти вигляд коефіцієнту p , який для симетричних задач набуває значень натуральних чисел. У несиметричному випадку це невідома функція, знаходження якої може дозволити нам записати ряди (1) та (2) у явному вигляді, бажано, щоб аргументом цієї функції була змінна, яка набуває натуральних значень. Запропоновано спосіб знаходження наближеної функції, використовуючи граничні умови та часткові розв'язки рівняння Лапласа.

1. Говорков В. Электрические и магнитные поля. – М.: Энергия, 1968 – 488 с.
2. Bland D. Solutions of Laplace's equation. – London: Routledge & Kegan Paul Ltd., 1961. – 90 с.
3. Джала П. Учет конечной электропроводности продольно-щелевого цилиндра // Отбор и обработка информации. - 1991. – Вып.66, № 92. - с. 67-70.

MAGNETIC FIELD OF CYLINDER WITH SECTORIAL CUT

This works presents approximate analytical solution of Laplace's equation for magnetic field of cylinder with sectorial cut. In this approach boundary conditions and partial solutions of Laplace's equation are used to obtain harmonic coefficients for inner regions explicitly. Thus, this explicit form are used to build a complete solution of Laplace's equation.