

реостату в два рази, при цьому електромагнітні параметри будуть відповідати параметрам індукційного реостату при живленні від обмоток ротора.

З результатів математичного моделювання електропривода встановлено, що зміна частоти струму живлення в роторному колі АТ МТВ-412-8 від 2 до 200 Гц призводить до розширення діапазону зміни опору індукційного реостату, який становить 0,45-7,6 Ом, і дозволяє обмежити пусковий струм асинхронного двигуна в два рази.

Література:

[1] С'янов О.М., Косухіна О.С., Косухін О.В. Дослідження асинхронного електропривода з частотно-залежним індукційним реостатом/ Збірник наук. праць ДДТУ (технічні науки). Вип.2(35). – Кам'янське, 2019. – С. 65-70.

Метод двобічних наближень у чисельному аналізі одновимірної нелінійної крайової задачі, що моделює електростатичну наноелектромеханічну систему

Кончаківська О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки
e-mail: oksana.konchakovska@nure.ua

Розглянемо задачу Діріхле для одновимірного напівлінійного еліптичного рівняння, що виникає при математичному моделюванні електростатичних наноелектромеханічних систем [3]:

$$-\frac{d^2u}{dx^2} = \frac{\lambda}{(1-u)^2} + \frac{\mu}{(1-u)^4}, \quad x \in (0, l), \quad (1)$$

$$0 < u(x) < 1, \quad x \in (0, l), \quad (2)$$

$$u(0) = u(l) = 0. \quad (3)$$

Тут λ – параметр, що характеризує сили Кулона, μ – параметр, що характеризує сили Казимира, u – величина прогину мембрани довжини l .

Задача (1) – (3) еквівалентна нелінійному операторному рівнянню $u = Tu$, де

$$Tu = \int_0^l G(x,s) \left[\frac{\lambda}{(1-u(s))^2} + \frac{\mu}{(1-u(s))^4} \right] ds, \quad (4)$$

причому $G(x,s)$ – функція Гріна для оператора $-\frac{d^2u}{dx^2}$ за крайових умов (3).

Для операторного рівняння $u = Tu$, яке розглядається на конусі K невід'ємних у $C[0, l]$ функцій, побудуємо послідовні наближення

$$u_{n+1} = Tu_n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

За допомогою (5) сформуємо два ітераційні процеси, які починаються з функцій $v_0 = 0$ і $w_0 = \beta = \text{const} \in (0, 1)$ відповідно та двобічно збігаються до точного розв'язку задачі.

Нерівність $v_0 \leq v_1$ завжди виконується, а нерівність $w_1 \leq w_0$ буде виконано, якщо $\beta \in (0, 1)$ таке, що задовольняє нерівність $(\lambda(1-\beta)^2 + \mu)M \leq \beta(1-\beta)^4$, де

$$M = \max_{x \in [0, l]} \int_0^l G(x,s) ds = \frac{l^2}{8}. \quad \text{Тоді з огляду на монотонність оператора } T \text{ дістанемо}$$

ітераційні процеси, які двобічно збігаються до єдиного додатного розв'язку задачі (1) – (3) [1, 2]:

$$0 = v_0 \leq v_1 \leq \dots \leq v_n \leq \dots \leq u^* \leq \dots \leq w_n \leq \dots \leq w_1 \leq w_0 = \beta.$$

У таблиці 1 представлено значення норми $\|u\|_C$ наближеного розв'язку в залежності від параметра μ (λ_{\max} – граничне значення параметра, для якого можна побудувати двобічний ітераційний процес, ε – фактична похибка, n – кількість виконаних ітерацій).

Таблиця 1 – Значення норми наближеного розв'язку від параметра μ

μ	λ_{\max}	$\ u\ _C$	ε	n
0	1,185	0,22539	$0,53 \cdot 10^{-4}$	11
0,1	0,971	0,20271	$0,90 \cdot 10^{-4}$	10
0,2	0,775	0,18491	$0,85 \cdot 10^{-4}$	10
0,3	0,591	0,16997	$0,85 \cdot 10^{-4}$	10
0,4	0,416	0,15697	$0,88 \cdot 10^{-4}$	10
0,5	0,248	0,14535	$0,90 \cdot 10^{-4}$	10
0,6	0,087	0,13515	$0,49 \cdot 10^{-4}$	11
0,65	0,008	0,13026	$0,50 \cdot 10^{-4}$	11

Література:

- [1] Красносельский М.А. Положительные решения операторных уравнений. – М.: Физматгиз, 1962. – 394 с.
[2] Опойцев В.И., Хуродзе Т.А. Нелинейные операторы в пространствах с конусом. – Тбилиси: Изд-во Тбилис. ун-та, 1984. – 246 с.
[3] Batra R.C., Porfiri M., Spinello D. Effects of Casimir force on pull-in instability in micromembranes. – EPL (Europhysics Letters), 2007, 77.2: 20010.