

но кожен з них може спроектувати трійковий регістр. У цьому регістрі можна реалізувати всі дзеркально-симетричні структури, які було детально розглянуто вище. Запрошуємо також студентів й інженерів, які вивчають комп'ютерні науки, спробувати спроектувати трійковий дзеркально-симетричний процесор для необхідного комп'ютера. Мені видається, що це завдання цілком під силу багатьом з вас. Цим самим ви зможете наблизити прогноз Дональда Кнута, що прийде такий день, коли "Т.Р.К." змінить "Д.В." і, отже, прийде ера "трійкових дзеркально-симетричних комп'ютерів", в яких будуть втілені система числення Бергмана і "Трійковий Принцип Брусенцова"!

Література

1. Bergman G.A. A number system with an irrational base. Mathematics Magazine, 1957, No. 31, 98-119.
2. Стахов А.П. Обобщенные золотые сечения и новый подход к геометрическому определению числа// Украинский математический журнал. – 2004, т. 56, № . 8. – С. 1143-1150.

УДК 01.05.02 *Наук. співроб. Р.І. Гушак, канд. техн. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка; асист. О.Б. Біленька, канд. фіз.-мат. наук – НУ "Львівська політехніка"*

ДО ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ У РУХОМИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Виконано розрахунок електромагнітного поля в рухомих прямокутних зубчастих структурах, а також суцільних і ламінованих, на одному зубцевому діленні нерухомої зони. Розроблена комп'ютерна програма може бути використана при побудові польових математичних моделей електромеханічних пристроїв як субпрограма.

Research worker R.I. Huchchak – L'viv NU named after Ivan Franko; assust. O.B. Bilenka – NU "L'vivs'ka Politekhnik"

The conculation of electromagnetic field in movable continuous

The calculation of the electromagnetic field is executed in mobile rectangular toothed structures, and also continuous and laminovanikh, on one tooth division of immobile area. Developed the computer program can be used for the construction of the field mathematical models of electromechanics devices as a subprogram.

Великий загальний електротехнічних пристроїв неминує містить рухомі конструкції. Побудова сучасних математичних моделей таких пристроїв твердо увійшла в русло методів теорії електромагнітного поля. Ця задача є чи не найскладнішою задачею електродинаміки, її складність визначається двома факторами:

- трудностю математичного опису електромеханічних процесів у рухомих структурах;
- трудностю комп'ютерної реалізації.

Саме тут виникають проблеми алгоритмізації геометричних форм кусково-однорідних середовищ. Їх взаємне переміщення пов'язане зі змінною структурою просторової сітки, що призводить до появи іррегулярних вузлів у ній. Додаткову трудноість розв'язання таких задач спричиняють нелінійність

середовища, чисельна нестійкість обчислювального процесу, врахування крайових умов між границями окремих різнорідних зон, високий порядок дискретизованих рівнянь тощо.

Оскільки польові математичні моделі таких пристроїв роблять перші кроки, було б наївно думати, що задачі електромеханіки в теорії електромагнітного поля вдасться розв'язати в усій їх складності. Реально тут може йтися лише про найтипівіші задачі, які найчастіше трапляються на практиці, від розв'язання яких залежить успіх побудови польових математичних моделей.

З великого загалу задач електромеханіки в теорії електромагнітного поля в коло наших зацікавлень попали дві, що стосуються електромеханічного стану диполя рідкого кристала і електромагнітного процесу на зубцевому діленні рухомої електричної машини.

Безперечно, що задачею номер один тут є побудова математичних субмоделей рухомих зубчастих структур. І ця задача є особливо актуальною в теорії електричних машин і приладобудуванні. Навіть розв'язання задачі рухомих зубчастих структур на одному зубцевому діленні нерухомої зони є достатньо важким через складність врахування реальних геометричних форм.

Для того, щоб робота не мала надто абстрактного характеру, ми розглянули одну конкретну задачу: розрахунок електромагнетного поля в рухомих прямокутних зубчастих структурах на одному зубцевому діленні нерухомої зони.

Розрахунок електромагнітних полів рухомих конструкцій, що містяться у багатьох електротехнічних пристроях, є надто складним, особливо з погляду алгоритмічної реалізації. Рухомі конструкції спричиняють появу іррегулярних вузлів, деформують дискретизаційні сітки. Через них інколи надто складно визначати крайові умови. А тому побудова моделей електромагнітного поля у рухомих середовищах за наявності рухомих структур є дуже актуальним завданням. Розв'язавши його, ми зможемо успішно будувати сучасні математичні моделі багатьох електромагнітних пристроїв.

У цьому випадку розглянемо лише одне завдання з електромеханіки в теорії електромагнітного поля, а саме: розрахунок електромагнітного поля в рухомих прямокутних зубчастих структурах. Електромагнітний процес на зубцевому діленні рухомої електричної машини побудуємо в такій послідовності.

Основне рівняння квазістаціонарного електромагнітного поля запишемо в циліндричних координатах:

$$\frac{1}{\gamma} \left(v_a \frac{\partial^2 A}{\partial r^2} + \frac{v_r}{r^2} \frac{\partial^2 A}{\partial \alpha^2} + \left(\frac{v_a}{r} + \frac{\partial v_a}{\partial r} \right) \frac{\partial A}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial v_a}{\partial \alpha} \frac{\partial A}{\partial \alpha} \right)$$

де: A – аксіальний компонент вектор-потенціалу, δ – густина стороннього струму провідності; ω – кутова швидкість обертання; v_r , v_a – радіальна і кутова релактивності середовища у головних осях ортотропії; γ – електропровідність в аксіальному напрямку; r , α – радіальна та кутова координати. У ламінованих та масивних магнітопроводах, заструмлених та незаструмлених пазових зонах воно зазнає тих чи інших спрощень.

Крайові умови вздовж верхньої та нижньої дуг області інтегрування задаємо з умови $\partial A / \partial r = 0$, а вздовж радіусів $R_1 < r < R_2$, де R_1 ; R_2 – нижній і верхній з них, – з умови сталості магнетного потоку на зубцевому діленні. На внутрішніх границях області інтегрування забезпечується неперервність вектора A . Початкові умови вважаємо відомими з розрахунку попереднього перехідного процесу або задаємо їх нульовими.

Просторову дискретизацію здійснюємо за методом скінченних різниць, а часову – за неявним методом, крім того задача про рухомі зубчасті структури інтегрується зі змінним часовим кроком $\Delta t = \Delta \alpha / \omega (\Delta t)$, причому t підбирається таким чином, щоб уникнути іррегулярних точок на просторовій сітці на межі двох середовищ. Ми розробили відповідні алгоритми та комп'ютерні програми. Результати комп'ютерної реалізації добре узгоджуються з фізикою процесу, а чисельні методи забезпечують стійкість розв'язку.

Наш приклад є своєрідним полігоном для розв'язання проблеми математичної та алгоритмічної реалізації фізичних процесів, які наявні в реальних пристроях. Розв'язання цих проблем є необхідною умовою побудови майбутніх польових математичних моделей і реальних електромеханічних пристроїв.

Розроблена комп'ютерна програма розрахунку електромагнітного поля в рухомих феромагнітних зубчастих структурах, суцільних і ламінованих, на одному зубцевому діленні нерухомої зони може бути використана при побудові польових математичних моделей електромеханічних пристроїв як субпрограма.

Література

1. Чабан В.Г. Математичне моделювання електромеханічних процесів. – Львів, 1997, 340 с.
2. Чабан В.Й., Гушак Р.І. Перехідний електромеханічний процес у диполі рідкого кристала// Математичні методи та фізико-механічні поля. – 1997, № 2, 40. – С. 160-162.
3. Гушак Р., Чабан А., Нечай О., Рабчун Н. Комп'ютація електромагнетного поля в рухомих заструмлених зубчастих структурах// Технічні вісті. – 1998/1(6), 1998/2 (7). – С. 48-50.
4. Чабан В.Й., Гушак Р.І. Колковий О.С. Поведінка векторпотенціалу електромагнітного поля на межі двох середовищ// Технічна електротехніка. – 1997, № 6. – С. 7-9.
5. Чабан В.Й., Дубук В.І. Математичне моделювання електромеханічного стану рідкого кристалу// Тези доп. Української конф. "Моделирование и исследование устойчивости систем", Київ. – 1995, 15-19 травня. – С. 120.
6. Чабан В.Й., Гушак Р.І., Ковівчак Я.В. Стимулювання електромагнітного поля зубчастих структур. – 1-st International Modelling School, Krym'96, Rzeszow, 1996. – С. 121-123.

УДК 517.39:519.872.6

Доц. Р.В. Зінько, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРКУВАННЯ У ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ ВЕЛИКИХ МІСТ

Використання клітинкових автоматів при моделюванні процесів паркування дає змогу визначити доцільність та рівень ефективності запропонованих заходів щодо покращення умов паркування і роботи вулично-дорожньої мережі.

Ключові слова: транспортна мережа, паркування, моделювання, клітинкові автомати.