

СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТА ЇХ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

УДК 621-86

ПОВІДАЙЛО В.О., ГАВРИЛЬЧЕНКО О.В., ЛАНЕЦЬ О.С.

СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВІБРОЗБУДНИКІВ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН ЗА ДОПОМОГОЮ ЕОМ

© Повідайло В.О., Гаврильченко О.В., Ланець О.С., 2000

The main problem, which is considered in this article, is the one of exact calculation of the electromagnetic vibrofeeders for vibration machines. For this the authors are used the special exact method of calculation of the electromagnetic vibrofeeders. This method of analysing vibrofeeders is based on the theory of convex electromagnetic fields. In this article the logical scheme of calculation of the electromagnetic vibrofeeders and necessary formulas are given.

Привід вібраційних машин – вібробудник, є однією з її основних частин і служить для збудження коливань машини. Значна кількість типів та конструкцій вібраційних машин визначили різноманіття їх приводів.

Вібробудники відрізняються принципом дії, конструктивним виконанням, регулюванням частоти та амплітуди коливань. За принципом дії існуючі вібробудники поділяють на інерційні, ексцентрикові, поршневі та електромагнітні. Найширшого розповсюдження отримали одно- та двотактні електромагнітні вібробудники, що живляться від джерела змінної напруги через випрямні діоди. Принципові схеми використання цих вібробудників зображені на рис. 1.

Електромагнітні збудники механічних коливань мають суттєві переваги порівняно з вібробудниками інших типів:

- простота регулювання амплітуди коливань і можливість її зміни під час роботи вібромашини, що дозволяє включати вібраційну техніку в системи автоматичного керування;
- надійність і довговічність, що спричинено відсутністю у вібробудниках пар тертя;
- можливість застосування в одній вібромашині декількох одночасно діючих вібробудників без спеціальних засобів для забезпечення синхронізації. Це зумовлено синхронністю роботи вібробудників, що живляться від загального джерела електроенергії;
- за допомогою двох вібробудників і більше можна отримати різні траєкторії коливань, наприклад, гвинтові, еліптичні і ін.

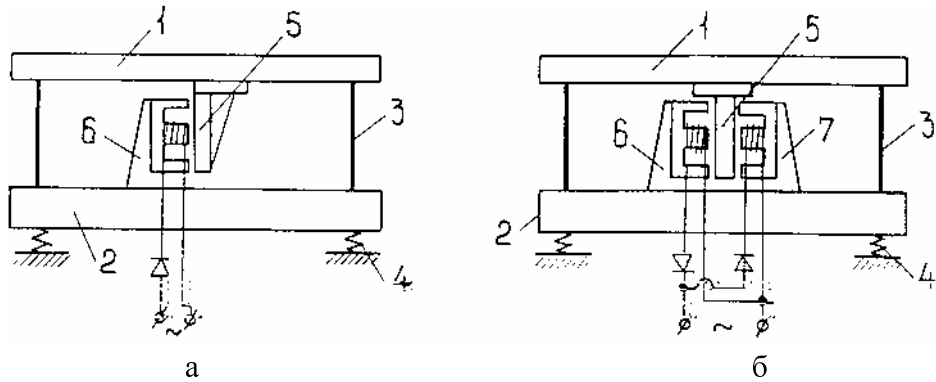


Рис.1. Принципові схеми використання одно- (а) та двотактного (б) електромагнітних вібробудників:

1 – транспортуєча маса вібромашини; 2– реактивна маса; 3 – пружини; 4 – амортизатори; 5 – якорь електромагнітного вібробудника; 6, 7 – осердя вібробудників.

Динамічний розрахунок цих вібробудників трудомісткий. Фізичні процеси, що проходять в електромагнітах, описуються нелінійними рівняннями, оскільки при роботі вібраційної машини з електромагнітними вібробудниками, механічна система і власне електромагнітний вібробудник працюють як єдина електромеханічна система. Взаємовплив механічної системи і електромагнітних процесів відбувається саме через електромагнітний вібробудник.

Під час моделювання динаміки вібробудника необхідно вже мати попередньо (статично) розрахований електромагнітний вібробудник, а саме – його приблизні геометричні розміри і параметри котушки, щоб уже при динамічному розрахунку, якщо є необхідність, точно встановити розміри вібробудника. В багатьох інженерних випадках достатньо обмежитись статичним розрахунком вібробудника. Він дає достатню точність.

У даній статті поставлена мета автоматизувати вибір електромагнітних вібробудників за нормованими розмірами, зокрема, попередній розрахунок уточненої частини одно- та двотактного електромагнітних вібробудників, що живляться від джерела змінної напруги через випрямні діоди.

На цей час було створено ряд попередніх розрахунків [1], уточнених [2], які легко можна покласти на мову програмування. Останній ґрунтується на методі визначення провідності повітряного зазору з урахуванням поля випуклості [3]. В даному методі складне поле замінюється однорідним, що немає поля випуклості, а дійсні розміри полюса – розрахунковими. Провідність при цьому залишається незмінною.

Користуючись методом, наведеним у роботі [3], та порядком розрахунку роботи [2], внесено ряд уточнень у послідовність обчислення. Це пов'язано з необхідністю отримання результату в нормованих значеннях, а також у зв'язку із удосконаленням методики розрахунку. У блок-схемі, що використовується в даній роботі (рис.2), відсутній цикл знаходження величини вікна міди. Він недоцільний і замість нього нами введений цикл для уточнення значення магнітної індукції. Це дасть змогу підбирати нормовані електромагніти з дискретними розмірами.

Наведемо основні залежності, що відображають специфіку цього уточненого розрахунку.

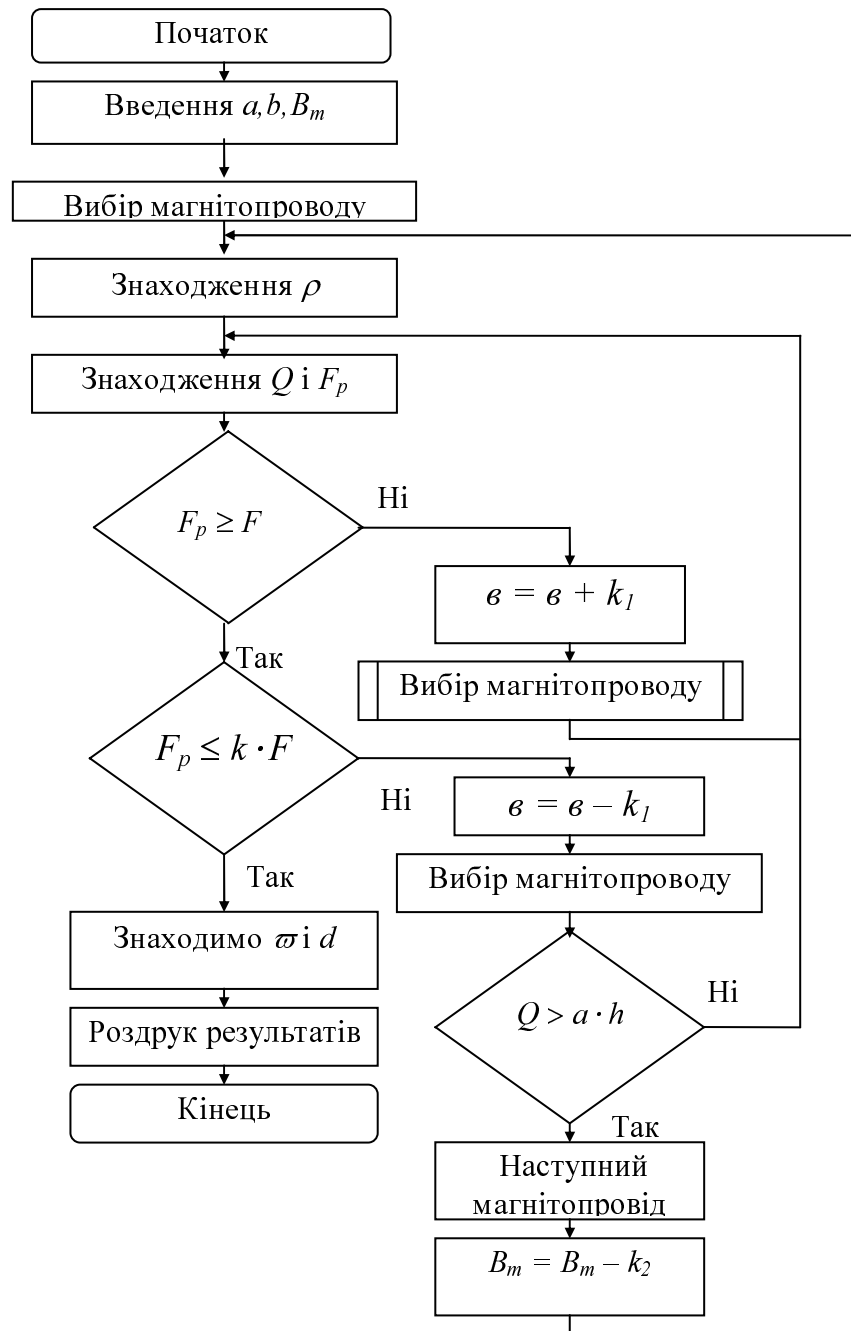


Рис.2. Блок-схема уточненої програми розрахунку електромагнітних віброзбудників.

Амплітудне значення магніторушійної сили визначається виразом:

$$(IW)_o = \Phi_e \frac{z_m}{2\tau_2}, \quad (1)$$

де $\Phi_e = \Phi_m / \left(1 + \frac{G_s z_{ml}}{2\tau_2}\right)$ – магнітний потік в осерді на початку потоків випуклості, Вб ;

Φ_m – максимальний магнітний потік в магнітопроводі, Вб; $z_m = z_{m.cер}\tau_1 + z_{ml}\tau_2$ – еквівалентний магнітний опір магнітного кола ; $z_{ml} = R_1 + R_2 + z_{мяк}$ – еквівалентний магнітний опір двох зазорів і якоря; $\tau_1 = 1 + \frac{1}{3}G_s(z_{ml} + \frac{1}{2}z_{mсер})$; $\tau_2 = 1 + \frac{1}{6}G_s z_{mсер}$.

Максимальне значення сили, що розвивається вібробудником, з врахуванням того, що потоки з ребер торців полюсів електромагніта створюють додаткове змушуюче зусилля, а також те, що

$$\Phi_{pT} = \Phi_e \frac{G_{pt}}{G_e}, \quad (2)$$

отримаємо з такої формули:

$$F = \left(\frac{1}{2\mu_o S_{1pt}} \Phi_{1pt}^2 + \Phi_{1pt}^2 \frac{1}{2\mu_o S_{2pt}} \right) = \Phi_m^2 \left(\frac{\left(\frac{G_{pt1}}{G_{e1}} \right)^2}{S_{1pt}} + \frac{\left(\frac{G_{pt2}}{G_{e2}} \right)^2}{S_{2pt}} \right) / \left(2\mu_o \left(1 + \frac{G_s z_{ml}}{2\tau_2} \right)^2 \right), \quad (3)$$

де Φ_{1pt}, Φ_{2pt} – торцеві потоки полюсів електромагнітів з врахуванням потоків з ребер торців ; S_{1pt} і S_{2pt} – розрахункові площі полюсів електромагнітів з врахуванням потоків випуклості з ребер торців; $G_{pt} = \frac{\mu_o S_{pt}}{\delta}$, $G_e = \frac{\mu_o S_p}{\delta}$ – провідності повітряних зазорів з врахуванням потоків з ребер торців і бокових граней полюса відповідно.

Програма, що була складена для розрахунку електромагнітних вібробудників, містить попередню і уточнену частину. Попередній розрахунок згідно з [1] використовується програмою, щоб отримати вхідні параметри вібробудника для уточненої підпрограми.

Блок-схема уточненої частини розрахунку вібробудника наведена на рис.2 (тут ρ – питомий магнітний опір магнітопроводу; Q – площа перерізу міді; F_p – розрахункове зусилля, що розвиває вібробудник; F – необхідне зусилля, яке повинен розвивати вібробудник; B_m – амплітуда вектора магнітної індукції в магнітопроводі; σ – бічна сторона полюса магнітопроводу; π і d – кількість витків обмотки і її діаметр перерізу; c і h – сторони віконця під мідь у магнітопроводі; k – коефіцієнт запасу по зусиллю; k_1 – крок наближення по стороні σ ; k_2 – крок зменшення B_m). Наближення в розрахунках ведеться по габаритах магнітопроводу з уточненням значення магнітної індукції B_m . Критерієм підбору служить величина F_p – значення розрахункового зусилля.

Наведені вище аналітичні залежності перевірені експериментально на вібраційних пристроях авторами роботи [2]. На рис.3 зображені експериментальні і теоретичні характеристики (залежності амплітуди відносних коливань від напруги живлення електромагніта)

одного із досліджуваних об'єктів: вібраційного модуля-лотка при зазорі $\delta=4$ мм, що являє собою двомасну систему, з'єднану пружними елементами, і електромагнітний вібратор. Система була налаштована на власну частоту 52,5 Гц.

Як видно з рис.2, розрахункова залежність з врахуванням потоків розсіювання і випуклості магнітного поля точніше описує експериментальну криву, ніж крива, що не враховує цих потоків. Тому використовуючи ЕОМ та наведений вище алгоритм, можна швидко і якісно вибрати необхідний електромагнітний вібратор.

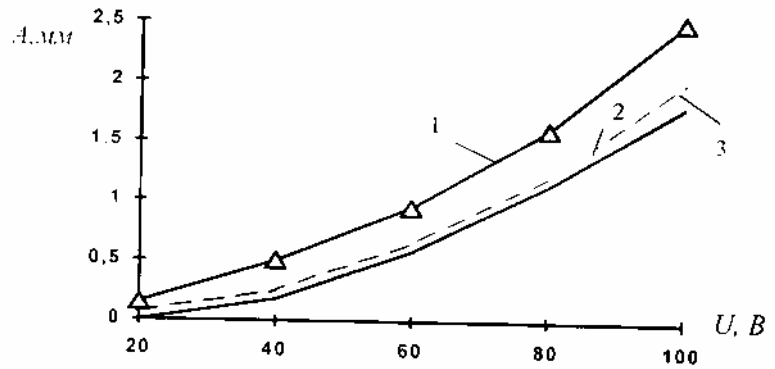


Рис.3. Розрахункові експериментальні хапарактеристики електромагнітного вібратора:

- 1 – розрахункова залежність без врахування потоків поза магнітопроводом; 2 – експериментальна крива; 3 – розрахункова залежність з врахуванням потоків поза магнітопроводом.

1. Повидайло В.А. Расчет и конструирование вибрационных питателей. М., 1962.
2. Повидайло В.А., Онысько В.И. Исследование электровибромагнитных возбуждителей транспортных модулей РТК // Автоматизация производственных процессов. 1984. 23. С.68–73.
3. Буль Б.К. Основы теории и расчета магнитных цепей. М., 1964.

УДК 621.372.542: 376.56

ДУРНЯК Б.В., ТИМЧЕНКО О.В.

АЛГОРИТМИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ОПТИМАЛЬНІ ЗА КРИТЕРІЯМИ ШВИДКОДІЇ ТА ТОЧНОСТІ

© Дурняк Б.В., Тимченко О.В., 2000

The problem of reduction of volume of calculations for deriving a specific exactitude in digital high-speed autothrottle systems (SAC) of real time by the polygraphic equipment because of parallelizings of calculations is considered.

Складність реалізації алгоритму функціонування цифрових регуляторів САР у замкнутому контурі керування швидкоплинними нестационарними процесами реального часу визначається необхідною точністю і швидкодією процесорів цифрової обробки. Загалом це визначається точністю і швидкістю обчислень вихідних та проміжних значень. Оскільки задаючий сигнал, як правило, є аналоговим, його порівняння та введення в цифровий контур регулювання вимагає виконання багаторозрядного аналого-цифрового перетво-