

**УДК 621.313.62-83**

**РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У  
ЕЛЕКТРОПРИВОДІ ВІБРАЦІЙНОГО ПІДЙОМНИКА**

*Л. В. Вахоніна, к.фіз.-мат. н., доцент;*

*В. А. Мардзявко, асистент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Застосування вібраційних підйомників і технологічних апаратів на їх основі відкриває нові можливості при створенні сучасних технологій в самих різних галузях промисловості.*

*Ключові слова: електромагнітний вібратор, реактивні маси, робочого органу, сипучих продуктів, інтенсивність зношення робочого органу, диференціальними рівняннями, амплітудно- і фазочастотні характеристики.*

Вібраційний транспорт виявляється доцільним при транспортуванні абразивних, вибухонебезпечних, хімічно агресивних, гарячих та інших насипних вантажів, оскільки принцип його роботи та конструктивне виконання, з одного боку, обумовлюють низьку інтенсивність зношення робочого органу, а, з іншого боку, дають можливість поєднувати процес транспортування з просіюванням, підігріванням, охолодженням, відмиванням, змішуванням та іншими технологічними операціями.

Однією з основних переваг вібраційного підйомника з електромагнітним приводом на відміну від інших типів підйомників є відносно невелике енергоспоживання при роботі у резонансному режимі. Але для підтримки резонансного режиму в умовах зміни маси завантаження робочого органу необхідно здійснювати автоматичне керування частотою 97еактивними діяння для відстеження резонансу коливальної системи. Отже, для створення енергозберігаючого вібропідйомника необхідна система автоматичного керування частотою резонансного електромагнітного привода.

У вібраційних установках вигідно використовувати електромагнітний вібратор, що містить дві симетрично розташовані реактивні маси. Для опису механічних процесів у коливальній системі з електромагнітним вібратором приймемо такі припущення [7]:

– коливальна система симетрична, тому можна розглядати тільки її половину;

7. кут повороту якоря  $\alpha$  приймає настільки малі значення, що  $\text{tg}(\alpha) \approx \sin(\alpha) \approx \alpha$ .

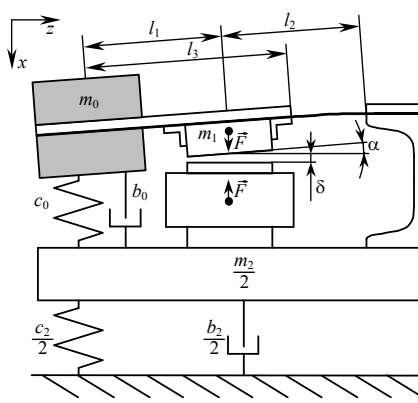


Рис. 1. Схема коливальної системи з електромагнітним вібратором

Динаміка коливальної системи може бути описана наступними диференціальними рівняннями:

$$m_0 A_0 \frac{d^2 x_0}{dt^2} + b_0 A_0 \frac{dx_0}{dt} + (c_0 A_0 - 1)x_0(t) + m_1 A_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} - b_0 A_0 \frac{dx_2}{dt} - (c_0 A_0 - 1)x_2(t) = A_1 F(t); \quad (1)$$

$$m_0 A_2 \frac{d^2 x_0}{dt^2} + b_0 A_2 \frac{dx_0}{dt} + c_0 A_2 x_0(t) + m_1 A_3 \frac{d^2 x_1}{dt^2} - x_1(t) - b_0 A_2 \frac{dx_2}{dt} - (c_0 A_2 - 1)x_2(t) = A_3 F(t); \quad (2)$$

$$m_0 \frac{d^2 x_0}{dt^2} + m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{1}{2} m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} + \frac{1}{2} b_2 \frac{dx_2}{dt} + \frac{1}{2} c_2 x_2(t) = 0; \quad (3)$$

Застосувавши перетворення Фур'є до рівнянь (1) – (3), отримаємо матричне рівняння:

$$\mathbf{C}(\omega) \cdot \mathbf{x}(\omega) = \mathbf{F}, \quad (4)$$

У результаті розв'язання рівняння (4) при варіюванні частотою одержуємо амплітудно- і фазочастотні характеристики:

$$\mathbf{x}(\omega) = (\mathbf{C}(\omega))^{-1} \cdot \mathbf{F};$$

$$X_0(\omega) = |\tilde{x}_0(\omega)|; \quad X_1(\omega) = |\tilde{x}_1(\omega)|; \quad X_2(\omega) = |\tilde{x}_2(\omega)|;$$

$$\varphi_0(\omega) = \arg(\tilde{x}_0(\omega)); \quad \varphi_1(\omega) = \arg(\tilde{x}_1(\omega)); \quad \varphi_2(\omega) = \arg(\tilde{x}_2(\omega)),$$

де  $X_0, X_1, X_2$  – амплітуди коливань рухомих частин вібропідйомника;  $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$  – фази коливань відносно збурюючої сили, що створюється електромагнітом.

На рис.1 представлені результати розрахунків в логарифмічному масштабі АЧХ реактивної маси  $L_0(\omega)$ , якоря електромагніта  $L_1(\omega)$  і робочого органа  $L_2(\omega)$  вібраційного підйомника.

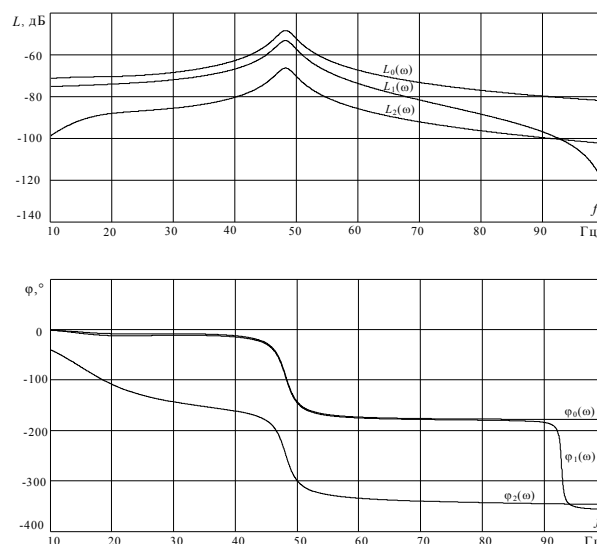


Рис. 2. АЧХ і ФЧХ вібраційного підйомника

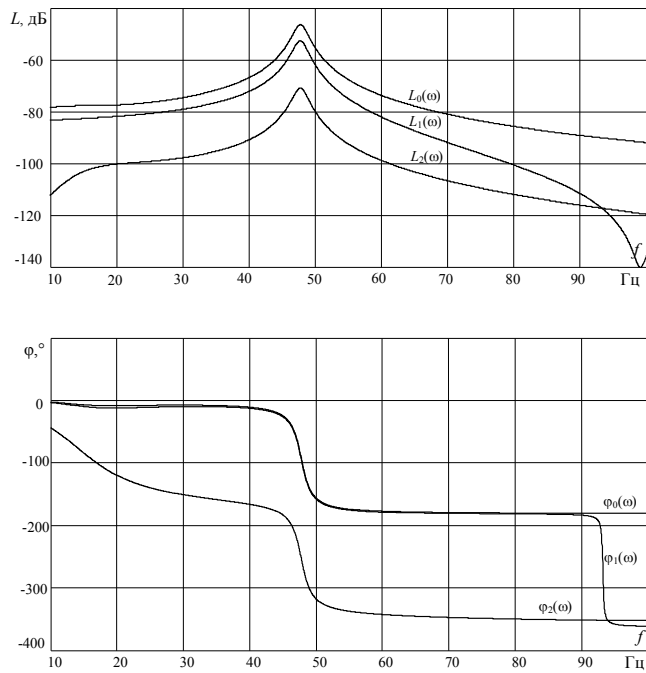


Рис.3. АЧХ і ФЧХ вібраційного підйомника при збільшенні маси зерна на 20 кг

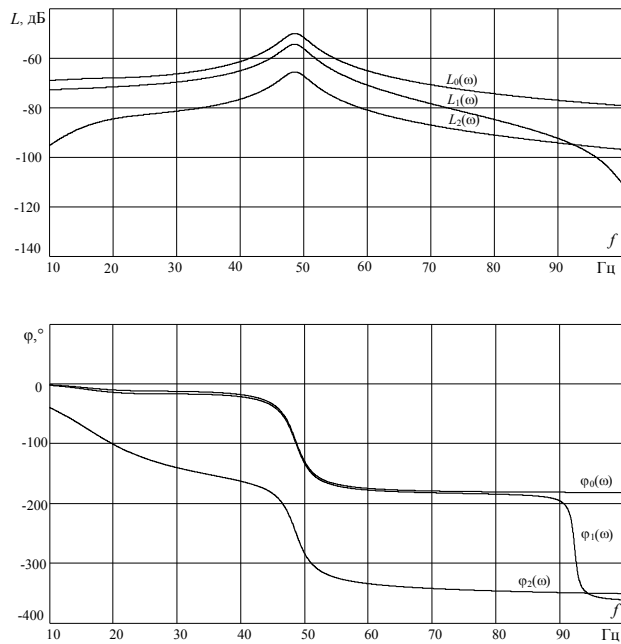


Рис. 4. АЧХ і ФЧХ вібраційного підйомника при зменшенні маси зерна на 20 кг

Оскільки резонансна частота може змінюватись при зміні маси зерна, проведемо аналогічні розрахунки при інших величинах маси  $m_2$ . На рис. 2 наведені результати розрахунків АЧХ і ФЧХ при збільшенні маси зерна на 20 кг, а на рис. 3 – при зменшенні на 20 кг.

Висновок: Розраховані частотні характеристики показують, що при зміні маси  $m_0$  АЧХ і ФЧХ змінюються таким чином, що максимуму амплітуди коливань

робочого органа відповідає фазове зрушення  $\varphi_2 \approx 250^\circ$ . Тому фазову автопідстройку частоти можна здійснювати шляхом виміру різниці фаз між переміщенням реактивної маси віброгасника та силою, що створюється електромагнітом, і порівняння цієї різниці фаз із  $250^\circ$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ланець О.С. Високоєфективні 100еактивними100д100 вібраційні машини з електромагнітним приводом (Теоретичні основи та практика створення): Монографія. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 324
2. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини. – Вінниця.: ВНАУ, 2011. – 355 с.
3. Конвейеры: Справочник / Р.А. Волков, А.Н. Гнутов, В.К. Дьячков и др. Под общ. Ред. Ю.А. Пертена. – Л.: Машиностроение, 1984. – 367 с.
4. Н. Базаров Теоретические аспекты создания автоматизированных виброэлектроприводов // Автоматизированный 100еактивними100д / Под общ. 100еак. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 448с.: ил.
5. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины. Под 100еак. Э. Э. Лавендела. 1981. – 509 с.
6. Промышленные вибраторы и виброоборудование. Ярославский завод «Красный маяк». Каталог продукции // [www.vibrators.ru](http://www.vibrators.ru). – Ярославль, 2006. – 49 с.
7. Черно А.А., Гуров А.П., Минчула А.С., Безверхний Д.Л. Динамическая модель электромеханических 100еактивним в электромагнитном вибраторе с 100еактивними массами // Електротехніка і електромеханіка. Науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – №6. – С. 42 – 45.