

УДК 621.86.067

І.Р. Козбур, О.П. Шовкун

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЖ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ ВІБРОПРИВОДУ ЖИВИЛЬНИКА З АВТОНАЛАГОДЖУВАНОЮ ЧАСТОТОЮ ЗБУДЖЕННЯ

I. Kozbur, O. Shovkun.

RESEARCH OF STABILITY LIMITS VIBRODRIVE FEEDER SYSTEM WITH AUTOCONFIG FREQUENCY EXCITATION

При проектуванні вібраційних живильників поштучної видачі заготовок необхідно гарантувати їх максимальну продуктивність, що забезпечується резонансними режимами збудження та руху заготовок. Запропоновано електромагнітний вібропривід живильника з автоналагоджуваною частотою збудження [1, 2], який задовольняє виконання умови резонансу, за рахунок введення в систему електромеханічного зворотного зв'язку.

Згідно функціональної схеми електромагнітного віброприводу живильника, представленої в [1, 2], побудуємо структурну схему [3]. Побудову структурної схеми здійснюємо через заміну функціональних елементів на відповідні динамічні ланки з визначеними передавальними функціями при збереженні форми і напрямів зв'язків у системі (рис.1). Для отриманої структурної схеми визначимо фізичний зміст вихідного сигналу та сигналів у каналі збудження. Для даної схеми вихідним сигналом є амплітуда коливань віброприводу $A_{вих}(t)$, відповідно, пріоритетним збуджуючим параметром – зміна маси коливальної системи $\Delta m_{вжс}(t)$, яка відбувається через донавантаження живильника заготовками чи його розвантаження при поштучній їх видачі. Відповідна структурна схема якого зображена на рис. 1.

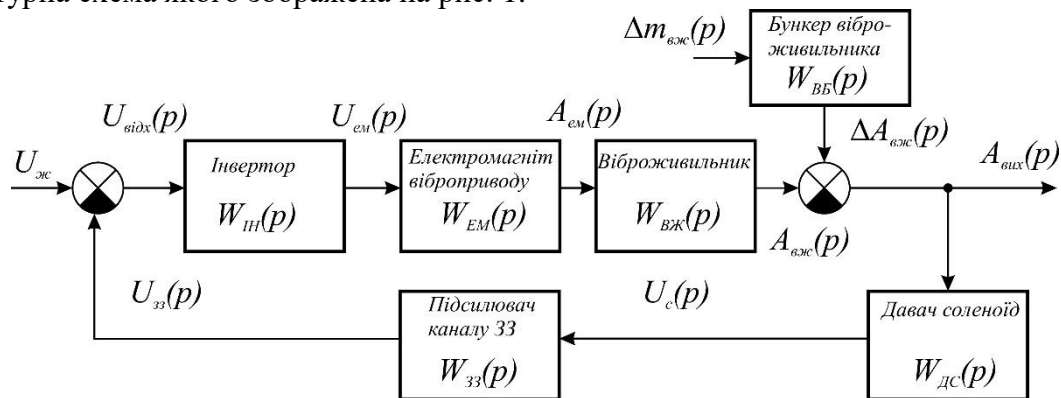


Рис. 1 Структурна схема електромагнітного віброприводу живильника з автоналагоджуваною частотою збудження

Для даної структурної схеми доцільно провести аналіз стійкості та визначити межі стійкості системи при врахуванні зовнішнього збуджуючого впливу, а саме, ступеня завантаження віброживильника транспортованими заготовками, використовуючи відомі частотні та графоаналітичні критерії Найквіста і Михайлова, відповідно.

Для цього необхідно знайти передавальну функцію системи по збудженню $W_{зб}(p) = A_{вих}(p) / \Delta m_{вжс}(p)$, вважаючи вхідний опорний сигнал постійним,

$U_{ж}(p) = const$. При виконанні цих умов, передавальна функція замкнутої системи

$$\text{набуває вигляду } W_{зб}(p) = \frac{A_{вих}(p)}{\Delta m_{вж}(p)} = \frac{W_{ВБ}(p)}{1 + W_{ВБ}(p) \cdot W_{ДС}(p) W_{ЗЗ}(p) W_{ІН}(p) \cdot W_{ЕМ}(p) W_{ВЖ}(p)}.$$

Де відповідно $W_{ВБ}(p)$, $W_{ДС}(p)$, $W_{ЗЗ}(p)$, $W_{ІН}(p)$, $W_{ЕМ}(p)$, $W_{ВЖ}(p)$, – передавальні функції вібробункера, давача соленоїда, підсилювача зворотного зв'язку, інвертора, електромагнітного приводу, віброживильника.

Передавальну функцію навантаженого віброживильника отримуємо з відповідного рівняння руху [3]. Рівняння динаміки отримуємо при врахуванні загальної маси навантаженого віброживильника $m + \Delta m_{вж}(t)$, закріпленого на пружному елементі з коефіцієнтом $k_{пр}$, можна представити як

$$\left[m + \Delta m_{вж}(t) \right] \frac{d^2 A_{вих}(t)}{dt^2} + k_{\theta} \frac{dA_{вих}(t)}{dt} + k_{пр} A_{вих}(t) = F_{ем}(t) \quad (1)$$

де: m – маса коливної системи віброживильника, $\Delta m_{вж}(t)$ – змінна маса деталей у бункері, k_{θ} – коефіцієнт демпфування системи, $F_{ем}(t)$ – сила, котру створює електромагнітний привід.

Виходячи з рівняння динаміки руху (1), передавальну функцію навантаженого віброживильника отримаємо у вигляді коливної ланки:

$$W_{ж}(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}, \quad (2)$$

Де відповідно: стала часу – $T = \sqrt{[m + \Delta m_{вж}(t)]/k_{пр}}$, коефіцієнт передачі по амплітуді – $k = [m + \Delta m_{вж}(t)]/k_{пр}$. Сталу в'язкого тертя ζ знаходимо з умови $2\zeta T = k_{\theta}/k_{пр}$. Відповідно, врахувавши значення сталої часу, стала в'язкого тертя буде

$$\text{представлена у вигляді } \zeta = \frac{k_{\theta}}{2 \cdot \sqrt{k_{пр} [m + \Delta m_{вж}(t)]}}.$$

Отримавши відповідні передавальні функції функціональних елементів схеми електромагнітного вібропривода живильника з автоналагоджуваною частотою збудження $W_{ВБ}(p)$, $W_{ДС}(p)$, $W_{ЗЗ}(p)$, $W_{ІН}(p)$, $W_{ЕМ}(p)$, $W_{ВЖ}(p)$ можна здійснити детальний аналіз його динамічних та частотних характеристик, визначити межі стійкості системи, провести відповідне коригування отриманих характеристик з метою покращення якісних параметрів системи.

Література

1. Электромагнитный вибропривод питателя. Авторское свидетельство №776961 СССР, М.Кл В65G 27/24. Опублик. 07.11.1980 г. Бюллет.№41. Л.П. Рыбак, А.П.Шовкун
 2. Электромагнитный вибропривод живильника / Шовкун Олександр, Козбур Ігор, Козбур Галина // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – с. 194-195.
- Шовкун О. Визначення передавальної функції електромагнітного віброприводу живильника з автоналагоджуваною частотою збудження / О. Шовкун, І. Козбур // Матеріали наукової конференції ТДТУ ім. Ів. Пулюя, 14-15 травня 2008 року — Тернопіль: ТДТУ, 2008 — С. 75