

УДК 621.876

Оптимізація динамічної схеми вібраційних бункерних живильників

Беспалов А. Л., ст. викл. каф. НГГ

Бойко О. О., к.т.н., доц. каф. НГГ

Національний університет «Львівська політехніка»
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

Вібраційні бункерні живильники широко застосовуються в автоматизованому технологічному обладнанні і призначені, в основному, для поштучної видачі виробів чи заготовок до захоплюючих органів маніпуляторів у робототехнічних системах, що обслуговують верстати, а також до захоплюючих органів іншого автоматизованого технологічного обладнання.

Сучасні конструкції віброживильників, що виконані за класичною динамічною схемою, мають двомасову коливальну систему [1]. Вони складаються з робочого елемента (чаші) і реактивної плити, що зв'язані між собою направленою пружною системою, електромагнітного віброзбуджувача і системи амортизаторів. При вмиканні чаша і реактивна плита живильника здійснюють протифазні коливання з відносною сумарною амплітудою коливань, що складається з амплітуд коливання чаші і реактивної плити. Сумарна відносна амплітуда коливань віброживильника постійна і залежить від потужності віброзбуджувача, мас і моментів інерції чаші і реактивної плити і відлаштування пружної системи від частоти вимушених коливань віброживильника. Таким чином, при роботі віброживильника енергія віброзбуджувача витрачається на розкачку як чаші, що виконує корисну роботу, так і реактивної плити, що здійснює холості коливання. Якщо врахувати, що оптимальне співвідношення мас і моментів інерції реактивної плити і чаші у віброживильників знаходиться в межах 2...3 до одного, а співвідношення амплітуд коливань реактивної плити і чаші зворотно-пропорційне їх масам і моментам інерції, то очевидно, що амплітуда коливань чаші буде у 2...3 рази більшою за амплітуду коливань реактивної плити [1]. Таким чином, частина енергії віброзбуджувача (а це складає приблизно 25...30 %) не використовується для виконання корисної роботи, а витрачається вхолосту.

Запропонована авторами конструкція віброживильника з модернізованою динамічною схемою має підвищену продуктивність за рахунок збільшення абсолютної амплітуди коливань чаші при збереженні попередніх габаритів живильника і споживаної потужності віброзбуджувача. Всі елементи конструкції залишаються без змін, а модернізується лише реактивна плита, до якої закріплюються додаткові вантажі, що зв'язані з плитою за допомогою пружин. Таким чином, динамічна схема коливальної системи віброживильника перетворюється з двомасової на тримасову. Пружні системи додаткових вантажів підібрані таким чином, що власні частоти коливань цих вантажів на пружинах менші на 2...6 % за частоту вимушених коливань віброживильника.

При роботі віброживильника чаша 1 (рис. 1) і реактивна плита 2, що зв'язані між собою за допомогою основної пружної системи 3, здійснюють вимушені коливання з частотою, рівною частоті вимушуючого зусилля віброзбуджувача 4. Амплітуда коливань чаші відносно нерухомої основи 5 складає частину сумарної відносної амплітуди коливань і рівна приблизно $2/3...3/4$ від неї. Амплітуда коливань реактивної плити складає приблизно $1/3...1/4$ частину сумарної амплітуди, відповідно. За рахунок введення на реактивній плиті додаткової коливальної системи, що складається з додаткових вантажів 6 та пружин 7, можна досягти перерозподілу амплітуд коливань чаші і плити відносно нерухомої основи. За рахунок того, що власна частота коливань цих вантажів менша за частоту вимушених коливань віброживильника, але близька до неї, коливання реактивної плити збуджують протифазні коливання додаткових вантажів за рахунок кінематичного збудження, при чому,

амплітуда коливань цих вантажів перевищує амплітуду коливань реактивної плити в декілька разів. Коефіцієнт динамічного збільшення амплітуди залежить від близькості власної частоти коливань вантажів на пружинах до частоти вимушених коливань.

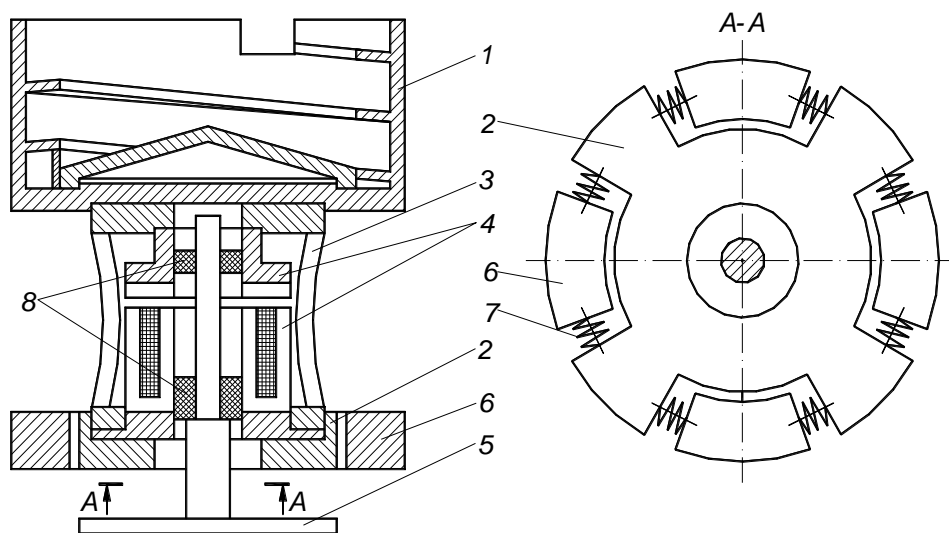


Рис. 1 Конструктивна схема віброживильника

Так як додаткові вантажі коливаються в протифазі до реактивної плити, вони в цьому випадку діють як інерційні динамічні гасники коливань. Для погашення коливань реактивної плити необхідно, щоб інерційні сили додаткових вантажів, що коливаються, були близькі до сил інерції реактивної плити, що коливається, тобто,

$$\frac{m_1}{n} \cdot A_1 \cdot \omega^2 \leq m_2 \cdot A_2 \cdot \omega^2,$$

де m_1 і m_2 – приведені маси вантажів і реактивної плити, відповідно, A_1 і A_2 – амплітуди коливань вантажів і реактивної плити, відповідно, n – кількість вантажів, ω – кругова частота вимушених коливань віброживильника. З цієї умови визначається необхідна для погашення коливань реактивної плити амплітуда коливань додаткових вантажів. Ця амплітуда реалізується за рахунок вибору власної частоти коливань вантажів на закріплюючих пружинах, що досягається підбором жорсткості цих пружин.

Таким чином, динамічні гасники коливань зменшують амплітуду коливань реактивної плити, яка стає майже нульовою. Але, за рахунок того, що сумарна відносна амплітуда коливань віброживильника, яка залежить від потужності віброзбуджувача і параметрів основної коливальної системи, залишається незмінною, амплітуда чаші відносно нерухомої основи зростає і стає майже рівною величині сумарної відносної амплітуди коливань, тобто, величина її збільшиться приблизно в 1,2...1,3 рази (на 20...30%).

Отже, підвищення продуктивності віброживильника завдяки збільшенню амплітуди коливань його чаші здійснюється не за рахунок збільшення потужності віброзбуджувача, а за рахунок внутрішнього перерозподілу енергії між елементами його коливальної системи, що дозволяє більш повно виконати енергію віброзбуджувача для виконання корисної роботи, тобто збільшити коефіцієнт його корисної дії. Амортизатори 8 забезпечують майже повну віброізоляцію системи, що дає змогу закріплювати віброживильник через нерухому основу 5.

1. Вибрации в технике. Справочник. Т. 4, под редакцией Э.Э. Лавендела, М.,1981.