

мелючими кулями і отримати дрібний помел заданої тонини, а також за необхідності швидко змінювати тонину помелу.

1. Бауман В.А., Быховский И.И. *Вибрационные машины и процессы в строительстве*. – М.: Высш. шк., 1977. – 255 с. 2. *Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. Т. 4: Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э.Э. Лавендела*. – М.: Машиностроение, 1981. – 509 с. 3. Викович И.А., Боженко М.В., Гаршнев Ю.Г. *Одноударные колебания в вибрационной мельнице // Рукопис деп. в Укр НИИНТИ*. – К., 1986. – № 2088. – 8 с. 4. Гончаревич И.Ф., Фролов К.В. *Теория вибрационной техники и технологии*. – М.: Наука, 1981. – 318 с. 5. Пановко Я.Г. *Основы прикладной теории колебаний и удара*. – Л.: Машиностроение, 1976. – 320 с.

УДК 621.867.52

І.Й. Врублевський

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра нарисної геометрії і графіки

ДОСЛІДЖЕННЯ КУТОВИХ КОЛИВАНЬ КОНСТРУКЦІЙ ДВОМАСОВОГО ВІБРОТРАНСПОРТЕРА-МАНІПУЛЯТОРА З БАГАТОКОМПОНЕНТНИМИ КОЛИВАННЯМИ

© Врублевський І.Й., 2005

Розглянуто декілька конструкцій двомасового вібраційного транспортера-маніпулятора з багатокомпонентними коливаннями, створених за допомогою твердотільного комп'ютерного моделювання в середовищі системи AutoCAD. Досліджено вплив конструктивних параметрів транспортера на власні частоти кутових коливань.

Some constructions of two-mass vibratory conveyor-manipulator with multi-component oscillations are considered. They have been created by means of the computer solid modeling in AutoCAD system. The influence of conveyor's constructive parameters on natural torque frequencies is investigated.

Двомасовий вібротранспортер-маніпулятор з багатокомпонентними коливаннями [1, 2], який складається з робочого органа 1 масою m_1 і реактивного каркаса 2 масою m_2 (рис. 1), з'єднаних між собою пружною системою у вигляді взаємно перпендикулярних плоских решітчастих (гратчастих) пружин 3, завдяки шести ступеням вільності та незалежним віброзбуджувачам поздовжніх, поперечних та вертикальних коливань реалізує лінійні коливання маніпулятора вздовж осей x, y, z та кутові коливання навколо цих осей (ξ, ψ, ζ відповідно). Це дає змогу транспортувати деталі на лотку робочого органа за будь-якої траєкторії та обертати їх. Резонансні відстроювання поздовжніх, поперечних і вертикальних коливань ($\rho_x = \omega/\omega_x$, $\rho_y = \omega/\omega_y$, $\rho_z = \omega/\omega_z$, де ω – частота коливань віброзбуджувачів, $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – відповідні власні частоти) забезпечуються розмірами стрижнів гратчастих пружин і повинні бути в межах $\rho_x = \rho_y = 0,92 \dots 0,96$, $\rho_z = 0,8 \dots 0,9$ [3].

На власні частоти кутових коливань впливають співвідношення між радіусами інерції та конструктивними параметрами транспортера: відстані між точками кріплення пружин t і d , їх робоча довжина l , ширина b , відстань між стрижнями взаємно перпендикулярних пружин a . Вирази для резонансних відстроювань кутових коливань запишемо у відношенні до резонансних відстроювань коливань лінійних [3]:

$$\frac{\rho_x}{\rho_\zeta} = \frac{l}{2r_\zeta} \sqrt{\frac{d^2 + t^2}{l^2} + \frac{7l + 9a}{5l + 6a} \cdot \frac{4}{3}}; \quad (1)$$

$$\frac{\rho_{\xi}}{\rho_z} = \frac{2\sqrt{3}r_x}{\sqrt{3d^2 + 2b^2}}; \quad (2)$$

$$\frac{\rho_{\psi}}{\rho_z} = \frac{2\sqrt{3}r_y}{\sqrt{3t^2 + 2b^2}}, \quad (3)$$

де $r_i = \sqrt{J_i/m}$ – зведені осьові радіуси інерції; $m = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$ – зведена маса; $J_i = J_{1i} \cdot J_{2i} / (J_{1i} + J_{2i})$ – зведений осьовий момент інерції, індекс i відповідає робочому органу, 2 – реактивному каркасу; i – індекс, що відповідає осі x , y або z .

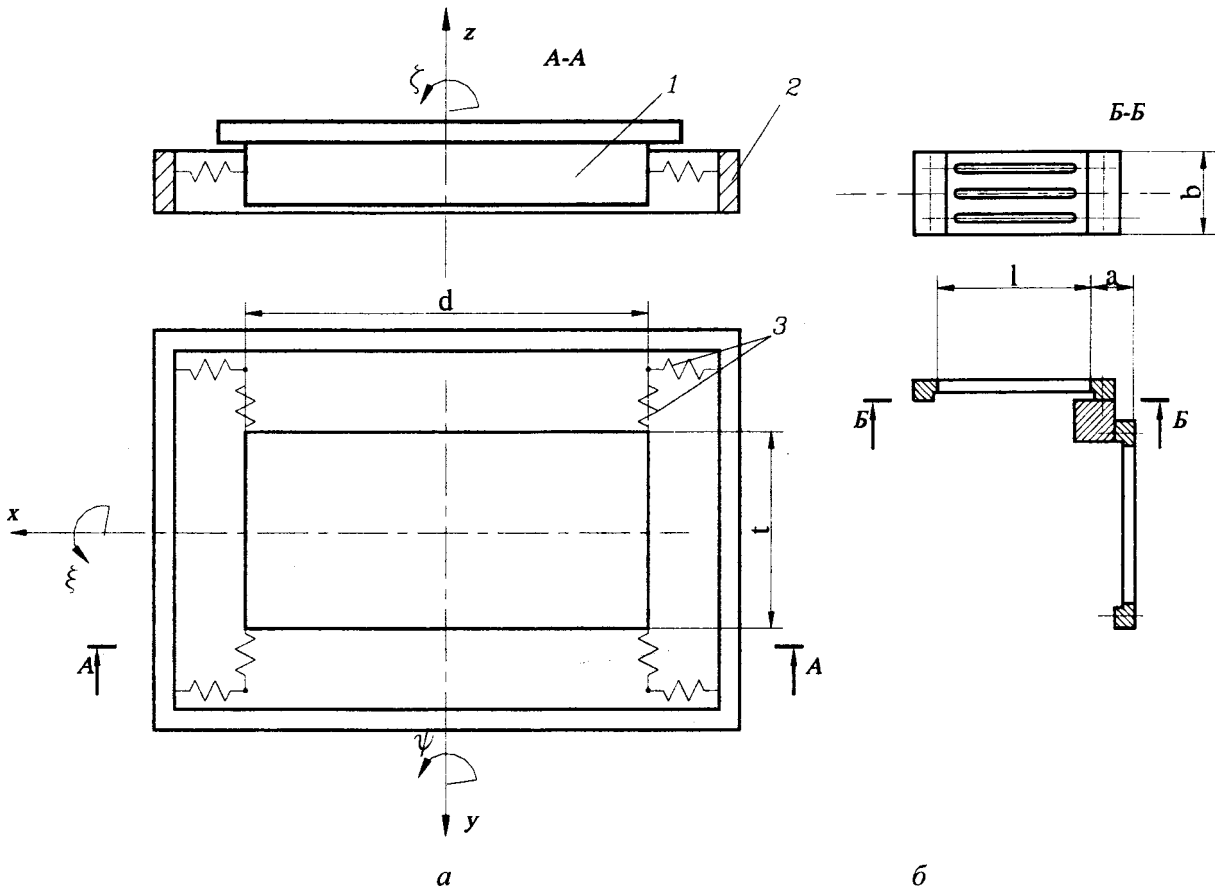


Рис. 1. Коливна система вібротранспортера-маніпулятора:
а – схема коливної системи, б – пружний елемент

Для дослідження кутових коливань вібротранспортера-маніпулятора в середовищі комп'ютерної системи AutoCAD були створені твердотільні моделі декількох конструкцій [1, 2, 4], одна з яких показана на рис. 2. Пружні елементи, маси яких не впливають на моменти інерції складових коливної системи, не показані. Центри мас робочого органа і реактивного каркаса суміщались в одній точці, яку вибрано за початок осей координат. За допомогою команди Massprop були визначені маси та осьові моменти інерції робочого органа J_{1i} та каркаса J_{2i} , порашовані зведена маса та зведені моменти інерції J_i та зведені радіуси інерції r_i . Підставивши значення радіусів інерції та конструктивних параметрів в (1)–(3), можна визначити резонансні відстроювання кутових коливань.

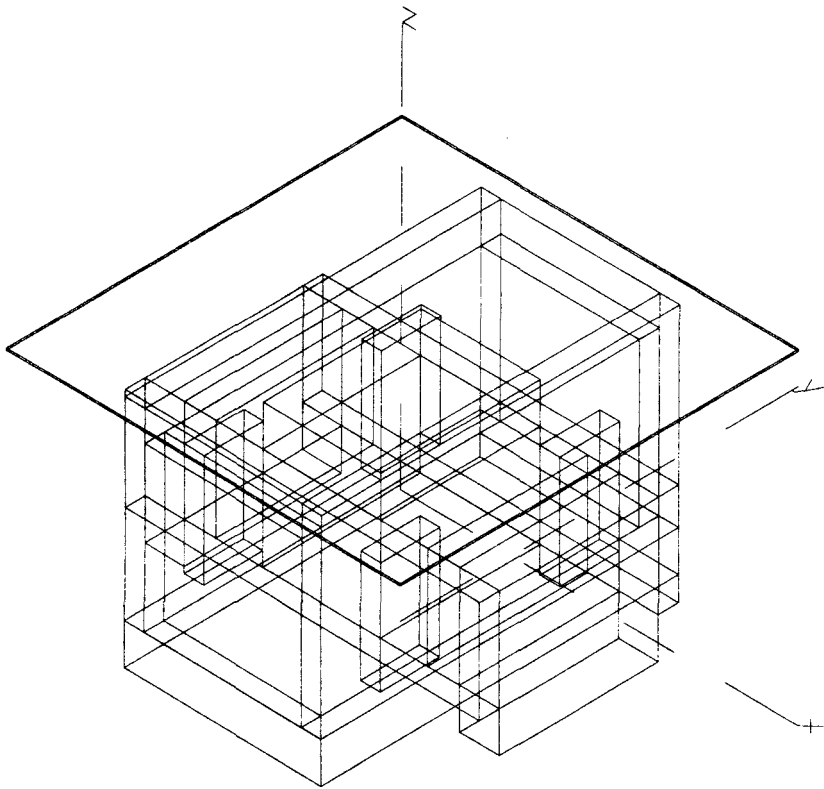


Рис. 2. Твердотільна комп'ютерна модель вібротранспортера-маніпулятора

Аналіз досліджень показав, що їх значення знаходяться в таких межах: $\rho_\xi = 0,4...0,75$; $\rho_\psi = 0,65...0,8$; $\rho_\zeta = 0,7...0,85$. Кутові коливання навколо осей x і y (резонансні відстроювання ρ_ξ і ρ_ψ) – шкідливі (так звані паразитні коливання). Для мінімізації їх амплітуд найоптимальнішими були б зарезонансні частоти $\rho_i > 1,2...1,3$, але такі значення можливі при $r_i > t$. В розглянутих конструкціях $r_i = 0,2...0,4t$, $t \approx d$, а дорезонансні значення відстроювань знаходяться в межах, рекомендованих в [3]. Біларезонансний режим корисних кутових коливань навколо осі z , рекомендований в [3], в розглянутих конструкціях не реалізується, але, як показала практика, амплітуда кутових коливань за таких значень ρ_ζ цілком достатня для обертання деталей. Під час наближення резонансних відстроювань паразитних кутових коливань до верхнього граничного значення потрібно збільшити відстань між місцями кріплення пружних елементів, під час наближення до нижнього граничного значення – зменшити цю відстань або збільшити радіус інерції шляхом перенесення важких деталей від центра до країв маніпулятора.

1. А. с. 1370027 ССРСР. Вибрационный конвейер / И.И. Врублевский, В.С. Шенбор. – Оубл. 1988. Бюл. № 4. 2. А. с. 1586968 ССРСР. Вибрационный манипулятор / В.А. Щигель, И.И. Врублевский, В.С. Шенбор, Р.В. Якимец. – Оубл. 1990. Бюл. № 31. 3. Врублевський І.Й., Пулькевич І.Г., Шенбор В.С. Співвідношення власних частот коливань вібраційного транспортера-маніпулятора з багатокомпонентними коливаннями // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2003. – Вип. 37. – С. 21–24. 4. Врублевський І.Й. Вібраційний двомасовий транспортер-маніпулятор з незалежними поздовжніми, поперечними та вертикальними коливаннями // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1999. – № 371. – С. 71–74.