

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНА РУХУ МАГНІТНО-ПРУЖИННОГО ВІБРОЗАХИСНОГО ПРИСТРОЮ (ВЗП) ПІД ДІЄЮ СИЛ ТЕРТЯ

Мешков В.А., Горобець О.І., Лукічова О.О. (ДонНТУ, м. Донецьк, Україна)

Віброзахисні пристрої (ВЗП) застосовуються в тих галузях, де використання транспортно-технологічних машин пов'язане із проблемою вібрації робочих місць. Наприклад, для зниження рівня вібрації сидіння машиніста роторного екскаватора було розроблено ВЗП, який містить магніти 3 і пружину стиску 4 (рис.1), і має досить малу жорсткість. Високий рівень віброізоляції об'єкта, який захищається, забезпечується за рахунок сил притягання між магнітами, зміна яких компенсує виникаючу при вібрації зміну сили пружини.

В описуваній конструкції ВЗП має місце тертя ковзання захищеної частини, ВЗП – корпуса 2 об віброуючу стійку 1 (рис.1). Величина сили тертя зменшується зі зменшенням відхилення центра ваги захищеного об'єкта, від осі пружини. Сили тертя, які діють на захищені частини ВЗП з боку віброуючих частин, викликають тим більшу вібрацію, чим більшими за величиною вони є. Це пояснюється прямою залежністю прискорення a_2 захищеного об'єкта від величини сумарної сили тертя F .

Метою цього дослідження є:

- визначення впливу тертя в ВЗП на амплітуду коливань захищеного об'єкта;
- визначення впливу початкових кінематичних параметрів ВЗП на коливання віброзахисного об'єкта;
- визначення часу, потрібного для усталення руху.

Величина сили тертя F є прямо пропорційною нормальному тиску N (рис.1), величина якого суттєво залежить від величини зміщення l центра ваги захищених частин ВЗП і захищеного об'єкта від лінії дії сумарної сили P , яка прикладена до захищеної частини ВЗП з боку пружини і магнітів.

На рис. 2 зображені закони зміни положення S_l і швидкості V_l віброуючої підлоги

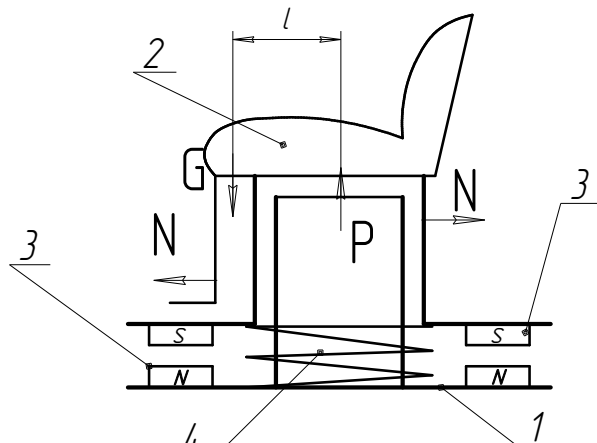


Рис.1 Схема віброзахисного пристрою і сил, які діють на нього

кабіни у випадку, коли амплітуда коливань $A_1 = 0,08\text{мм}$, а частота $f_1 = 8\text{гц}$, що відповідає реальним умовам, які спостерігалися при вимірах рівнів вібрації підлоги кабіни роторних екскаваторів у виробничих умовах. Обчислене за умов експерименту максимальне значення сили тертя F становить $7,72\text{Н}$. У такому випадку максимальне значення прискорення a_2 об'єкта, що захищається, при масі $m_2 = 120\text{кг}$ захищених частин ВЗУ й об'єкта, що захищається, становить

$$a_2 = \frac{F}{m_2} = \frac{7,72}{120} = 0,0643 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Припускається, що в початковий момент часу t_0 швидкість об'єкта, що захищається, (V_2) дорівнює нулю.

Закон зміни швидкості об'єкта, що захищається, V_2 у прийнятих умовах може бути визначений з наступних міркувань. Протягом відрізка часу $t_1 - t_0$, коли $V_1 > V_2$, сила тертя $F > 0$, отже $a_2 > 0$ й швидкість V_2 зростає відповідно до закону $V_2 = a_2 \cdot t$. При цьому переміщення S_2 захищуваного об'єкта відбувається за законом $S_2 = \frac{a_2 t^2}{2}$. У момент t_1 значення швидкості й переміщення об'єкта, що захищається, будуть визначатися рівняннями:

$$\begin{aligned} (V_2)_1 &= (V_2)_0 + a_2(t_1 - t_0); \\ (S_2)_1 &= (S_2)_0 + \frac{a_2(t_1 - t_0)^2}{2} \end{aligned} \quad (1)$$

Потім на відрізку часу $t_2 - t_1$ спостерігається нерівність $V_1 < V_2$ при цьому $F < 0$, отже $a_2 < 0$. Відбувається зменшення швидкості V_2 до нуля, потім напрямок руху захищуваного об'єкта змінюється на протилежний. У момент t_2 значення швидкості й переміщення об'єкта, що захищається, визначаються рівняннями:

$$\begin{aligned} (V_2)_2 &= (V_2)_1 + a_2(t_2 - t_1); \\ (S_2)_2 &= (S_2)_1 + \frac{|a_2|(t_2 - t_1)^2}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

Аналогічно можуть бути визначені значення швидкості й переміщення об'єкта, що захищається, для будь-якого моменту часу:

$$(V_2)_{i+1} = (V_2)_i + a_2(t_{i+1} - t_i); \quad (3)$$

$$(S_2)_{i+1} = (S_2)_i + \frac{|a_2|(t_{i+1} - t_i)^2}{2} \quad (4)$$

Графіки залежності швидкості V_2 , прискорення a_2 й переміщення S_2 захищуваного об'єкта наведені на рис.2. Ці графіки показують, що в прийнятих умовах уже після трьох періодів коливань наступає усталений рух захищуваного об'єкта, який коливається з тією ж частотою, що й віброюча підлога, але значно меншою амплітудою, що свідчить про наявність віброізоляції, тобто про працездатність ВЗП.

На рис.2 представлені також закони зміни швидкості об'єкта, що захищається, при

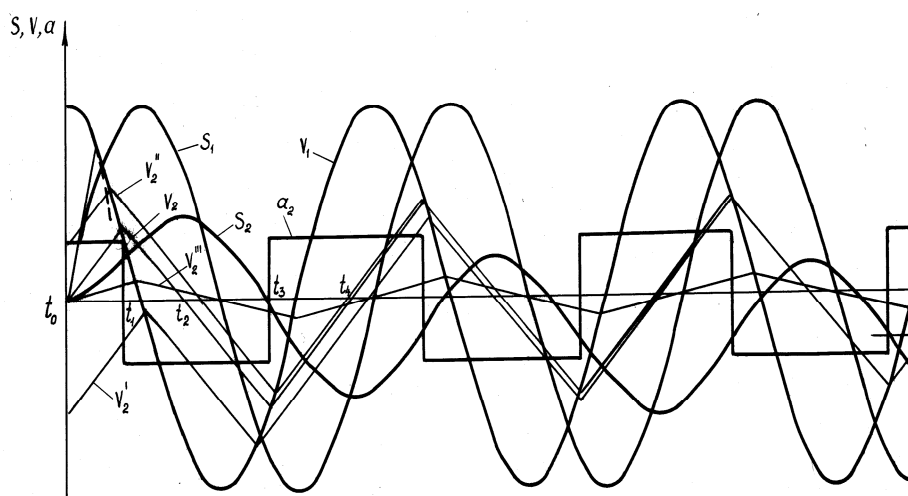


Рис. 2. Закони руху частин ВЗП

$(V_2)_0 > 0$ (графік V_2'' на рис.2) і при $(V_2)_0 < 0$ (графік V_2' на рис.2), які (починаючи з 3-го періоду коливань) практично співпадають з графіком V_2 , що відповідає умові $(V_2)_0 = 0$. Це свідчить про те, що вібраційні

характеристики об'єкта, що захищається, у режимі усталеного руху не залежать від початкових умов, у яких перебуває захищений об'єкт, тобто можливі збурювання ВЗП, пов'язані з посадкою, устанавленням і переміщенням оператора, швидко згасають і не впливають на подальшу роботу ВЗП.

На рис.2 графік V_2''' відображує закон зміни швидкості V_2 об'єкта, що захищається, при $F=1,55H$, $(V_2)=0$; $a_2=0,0129 \text{ м/с}^2$. З порівняння графіків V_2 і V_2''' можна зробити висновок про пряму залежність амплітуди A_2 усталених коливань захищеного об'єкта від сили тертя F .

Можна вважати за доцільне використання розглянутого ВЗП для віброізоляції різних приладів і пристроїв від підлоги незалежно від того, чи йде мова про захист приладів від вібрації підлоги, чи про захист підлоги від вібрації приладів. Можливо також використання цього ВЗП для віброізоляції робочого місця значної маси, за умови, що необхідні для роботи переміщення оператора не впливають істотно на положення центра мас системи, яка містить захищені частини, ВЗП, робоче місце й оператора.

Продовження цієї роботи передбачає отримання рівнянь, які відтворюють залежність зведеної сили тертя в ВЗП від конструктивних характеристик ВЗП і відстані між центром мас захищуваних від вібрації частин і віссю пружини.