

ВИБІР ЧИСЛА ПАР МАГНІТНИХ БЛОКІВ В ОДНОМУ МОДУЛІ МАГНІТНО-ПРУЖНОГО ВІБРОЗАХИСНОГО ПРИСТРОЮ (МПВЗП)

Мешков В.А.; Болтян М.О.; Ращупкіна Є.А. (ДонНТУ, м. Донецьк, Україна)

З метою розв'язання актуальної задачі захисту операторів і устаткування роторних екскаваторів від шкідливої дії вібрації розроблено магнітно-пружинний віброзахисний пристрій (МПВЗП), схема якого представлена на рис. 1.

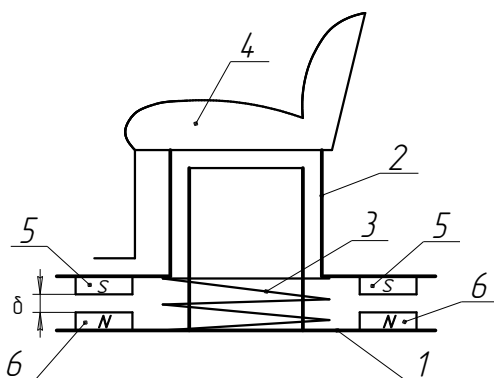


Рис.1. Схема віброзахисного пристрою

Захищувана частина 2 МПВЗП із сидінням 4 має постійні магніти 5, на які діє сила притягання з боку магнітів 6, які закріплені на віброуючій підлозі кабіни 1. Між частиною 2, що захищається, і підлогою розташована пружина стиску 3.

Для обґрунтованого вибору числа пар магнітів розглядаються три варіанти магнітних блоків у модулі із числом пар 24, 16 і 12. Магніти постійні, оксидо-барієві, плоскі з розмірами 80х60х13 мм.

Розглядається випадок центрального прикладення навантаження на модуль і в першому наближенні нехтуються сили тертя в системі.

По заданій характеристиці блоку магнітів, що складається з 24 пар, визначається коефіцієнт жорсткості сили притягання магнітів C_m . Робочий діапазон зазорів δ між магнітами вибирається 5-15 мм, тому що за результатами вимірів найбільш імовірні амплітуди коливань підлоги кабіни перебувають у діапазоні 4-5 мм.

На підставі лінеаризації частини характеристики магнітів на її робочій ділянці (рис. 2), визначається коефіцієнт C_m

$$C_m = \frac{\Delta F}{\Delta X} = \frac{1850 - 950}{15 - 5} = \frac{900}{10} = 90 \frac{H}{мм} = 90000 \frac{H}{м}.$$

Частота власних коливань такої системи

$$P = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_n - C_m}{m}}, \text{ гц}$$

звідки коефіцієнт жорсткості

$$C_n = (2\pi P)^2 m + C_m \quad (1)$$

За рівнянням (1) визначається необхідне значення коефіцієнту C_n , задаючись частотою власних коливань. За результатами динамічних розрахунків частота збуджуючої сили

$$\omega_{вим} = 1,5 \dots 4,0 \text{ зц.}$$

Для того, щоб ВЗП працював в зарезонансній зоні, відношення частот повинне задовольняти нерівності

$$\frac{\omega_{вим}}{P} \geq 2,5 \dots 3,0.$$

Отже, бажана частота власних коливань системи повинна бути або більше

$$P_1 = \frac{\omega_{вим}^{\max}}{3} = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ зц,}$$

або менше

$$P_2 = \frac{\omega_{вим}^{\min}}{3} = \frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ зц.}$$

Необхідна статична деформація пружини $X_{ст}$ визначається з умови статичної рівноваги маси m

$$mg + F_M = F_{пр} = C_n X_{ст},$$

звідки

$$X_{ст} = \frac{mg + F_M}{C_n}. \quad (2)$$

де F_M – сила притягіння магнітів у положенні статичної рівноваги.

Приймаючи зазор між магнітами в робочому положенні $\delta = 10 \text{ мм}$, визначається F_M по характеристиці магнітів. Для 24 пар магнітів $F_M = 1300 \text{ Н}$ (рис. 2). Знайдені за рівнянням (2) значення статичної деформації пружини $X_{ст}$ за різних жорсткостей C_{II} наведені в табл. 1.

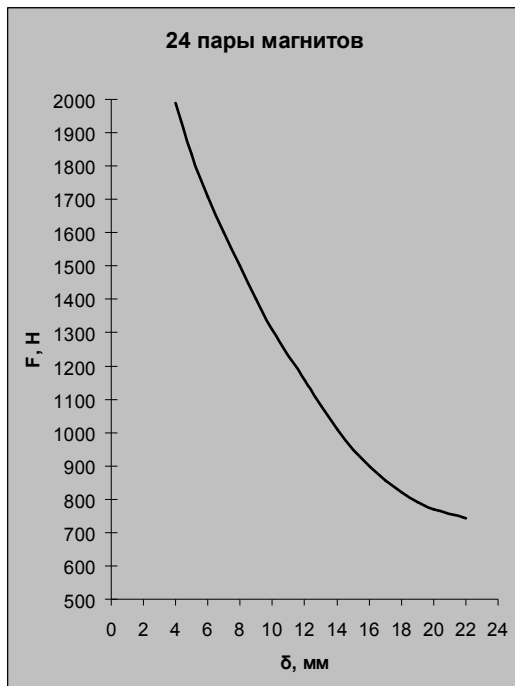


Рис.2. Зміна сили притягіння F магнітної системи (24 пари магнітів) від зазору δ

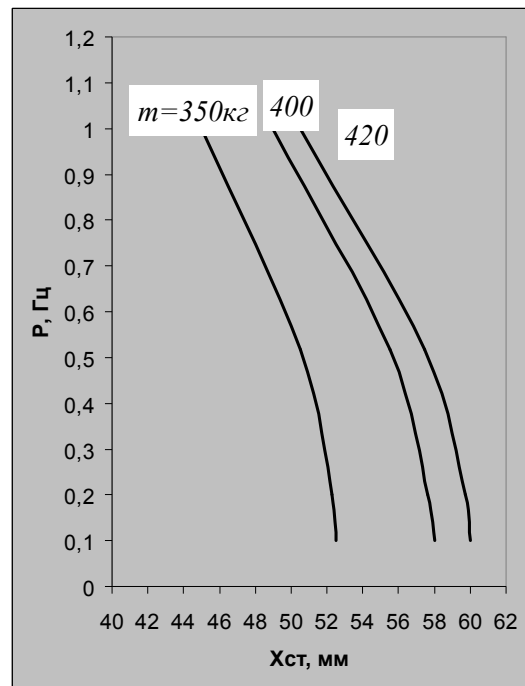


Рис.3 Зміна частоти власних коливань захищеного об'єкту від його маси m та $X_{ст}$

Для дослідження впливу частоти власних коливань на жорсткість пружини й на її статичну деформацію $X_{ст}$, визначається C_n для частот власних коливань 1,0гц, 0,5гц, 0,2гц і 0,1гц. Результати розрахунків зведені до табл. 1.

Таблиця 1. Значення жорсткості пружини й $X_{ст}$ в залежності від m і P

$m, кг$		$P, гц$	1	0,5	0,2	0,1
350	$C_n, \frac{H}{см}$		1038	934	905	901
	$X_{ст}, мм$		45	51	52	52
400	$C_n, \frac{H}{см}$		1057	939	906	901
	$X_{ст}, мм$		49	56	58	58
420	$C_n, \frac{H}{см}$		1065	940	907	901
	$X_{ст}, мм$		51	58	60	60

Оскільки при роботі екскаватора можлива деяка зміна маси m , що доводиться на один модуль (перерозподіл мас при русі оператора по кабіні, поява в кабіні іншого оператора й т. ін.), то величини C_n і $X_{ст}$ визначені для величин мас $m=350, 400$ і 420 кг (табл. 1)

З табл. 1 видно, що при частотах власних коливань 0,5 *гц* і нижче жорсткість пружини C_n при збільшенні маси змінюється незначно. Статична деформація для кожної маси змінюється також незначно при зменшенні частоти власних коливань від 0,5 *гц* і нижче. Однак при зміні маси X_{cm} змінюється істотно, що видно по графіках залежності статичної деформації пружини від частоти власних коливань при різних масах (рис. 3). Так, при збільшенні маси на 50кг X_{cm} збільшується на всіх частотах на 4...5 мм.

Оскільки габарити модуля і його вартість істотно залежать від числа пар магнітів, то досліджується можливість постановки меншого числа пар магнітів, а саме 12 і 16 пар. На рис. 4 і 5 представлені характеристики блоків магнітів, що складаються з 12 і 16 пар. По цих характеристиках визначаються параметри C_M і F_M

12 пар (рис. 4)

$$C_M = \frac{\Delta F}{\Delta X} = \frac{920 - 470}{10} = 45 \frac{H}{мм} = 45000 \frac{H}{м}, \quad F_M = 50H.$$

16 пар (рис. 5)

$$C_M = \frac{\Delta F}{\Delta X} = \frac{1230 - 640}{10} = 59 \frac{H}{мм} = 59000 \frac{H}{м}, \quad F_M = 70H.$$

За рівняннями (1) і (2) визначаємо величини C_{II} і X_{cm} для частот власних коливань 0,5 і 0,2 *гц*.

Результати розрахунків зведені до табл. 2.

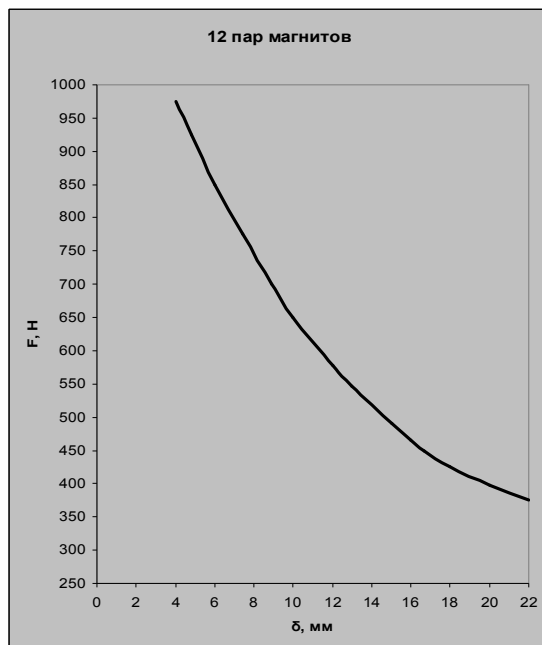


Рисунок 4. Зміна сили притягання магнітної системи (12 пар магнітів) від зазору δ

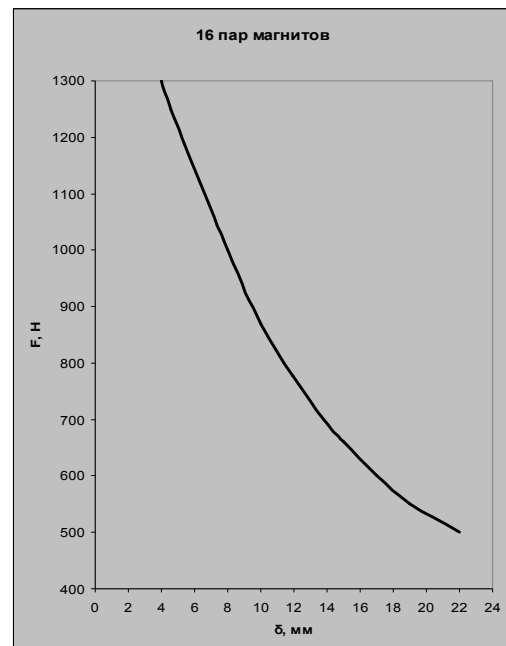


Рисунок 5. Зміна сили притягання магнітної системи (16 пар магнітів) від зазору δ

Таблиця 2. Значення жорсткості пружини від числа пар магнітів m і P

		$P, \text{зц}$	0,5	0,2
24 пари магнітів	$m = 350\text{кг}$	$C_n, \frac{H}{\text{см}}$	934	905
		$X_{ст}, \text{мм}$	51	52
16 пара магнітів	$m = 350\text{кг}$	$C_n, \frac{H}{\text{см}}$	635	605
		$X_{ст}, \text{мм}$	68	71
12 пара магнітів	$m = 350\text{кг}$	$C_n, \frac{H}{\text{см}}$	485	455
		$X_{ст}, \text{мм}$	84	90

Результати розрахунків (табл. 2) показують, що при зменшенні числа пар магнітів зменшується необхідна жорсткість пружини, а отже збільшується її статична деформація. При цьому довжина пружини стає більшою, що погіршує конструкцію й викликає небезпеку деформації осі пружини при стиску. Крім того, розрахунком встановлено, що при зменшенні жорсткості пружини (12 або 16 пар магнітів) зі збільшенням маси m значно збільшується статична деформація пружини, що неприпустимо, тому що при цьому зменшується робочий зазор між магнітами й при коливанні може відбутися їх злипання. Так, при 16 парах магнітів зі збільшенням маси на 50 кг $X_{ст}$ збільшується на 8 мм, тоді як робочий зазор між магнітами дорівнює 10 мм і повинен змінюватися незначно. Із цих причин варіанти конструкції з 12 і 16 парами магнітів можна вважати неприйнятними й прийняти остаточно 24 пари магнітів.