



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38109 (13) A

(51) 7 B21J13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ПІДШАБОТНОЇ ВІБРОІЗОЛЯЦІЇ ШАБОТА КУВАЛЬНОГО МОЛОТА

(21) 2000053071

(22) 30.05.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Рей Роман Іванович, Гутько Юрій Іванович,  
Ткачук Ольга Анатолійовна

(73) Східноукраїнський державний університет

(57) Пристрій підшаботної віброізоляції шабота кувального молота, що містить віброізолюючий елемент у вигляді гофрованих сталевих листів, установлений між опорними поверхнями шабота і фундамента, який **відрізняється** тим, що пристрій обладнаний пневматичними циліндрами, осі яких розташовані вертикально і симетрично щодо вертикальної осі молота, основи циліндрів шарнірно прикріплені до фундаменту, а штоки - до шабота, сумарна площа поршнів пневматичних циліндрів визначається за залежністю:

$$\frac{K_1}{2p} \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right] \geq F \geq \frac{K_2}{2p} \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right],$$

де  $K_1$ ,  $K_2$  - граничні коефіцієнти запасу,  $K_1 = 1,2$ ;  $K_2 = 1,4$ ;

$P$  - тиск повітря в цеховій магістралі,  $P = 0,4 \dots 0,6$  Мпа;

$E$  - граничне значення коефіцієнту відскоку для кувальних молотів,  $E = 0,3$ ;

$Z$  - енергія удару молота, регламентована за ДСТ 9752-75;

$m$  - маса падаючих частин;

$C$  - жорсткість підшаботної віброізоляції;

$M$  - маса шабота;

$g$  - прискорення вільного падіння.

Винахід належить до галузі машинобудування, а саме, - до конструкції систем віброізоляції кувальсько-штампувального устаткування.

Відомий амортизатор шабота кувальського молота (див. Козлов А.В. Випробування віброізоляції фундаменту важкого штампувального молота // Кувальсько-штампувальне виробництво. - 1977. - № 12. - С. 40-43), який являє собою набір циліндричних пружин, що є віброізоляторами, і пакетів гумових віброгасників, укладених між двома плитами, що сполучені між собою за допомогою напрямляючих стержнів.

Недоліком такого амортизатора для кувальних молотів є низька ступінь надійності віброізоляції внаслідок появи зазору між опорною поверхнею шабота і віброізолятором при післяударних коливаннях шабота.

Утворення зазору між шаботом і віброізолятором знижує надійність роботи кувального молота, тому що в зазор, що утворився, потрапляє окалина, і це призводить до перекосів шабота і втрати паралельності між робочими площинами бойків.

Відомий пристрій віброізоляції шаботів кувальських молотів за допомогою гофрованих сталевих аркушів (див.: А.с. СРСР № 1228959 МКІ В21 J13/00, 1986 - прототип). Цей пристрій містить описаний раніше недолік.

Першопричина утворення зазору полягає в тому, що кувальні молоти в порівнянні зі штампувальними мають полегшений шабот. Так, у штампувальних молотів маса шабота в двадцять разів більше маси падаючих частин, а якщо врахувати, що на шаботі змонтований власне молот, статичне навантаження на віброізолятори відповідає приблизно 30 масам падаючих частин. За ДСТ 9752-75 «Молоти кувальні пароповітряні» маса шабота дорівнює 15 масам падаючих частин. За ДСТ 712-82 «Молоти кувальні пневматичні» маса шабота відповідає 10 масам падаючих частин. Молот монтується поза шаботом, що призводить до того, що в пароповітряних кувальних молотах статичне навантаження на віброізолятори в 2 рази, а в пневматичних - у 3 рази менше, ніж у пароповітряних молотах і тому, що коливання шаботів відбуваються щодо їхньої статичної рівноваги, то в кувальних молотах (особливо пневматичних) амплітуда коливань шабота виявляється більше статичної деформації віброізоляторів, а між віброізолятором і шаботом утворюється зазор.

Задачею винаходу є підвищення надійності роботи кувального молота шляхом запобігання утворення зазору між опорними поверхнями шаботу і віброізолюючого елементу.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій підшаботної віброізоляції кувального молота, що містить установлений між опорними поверхнями шаботу і фундаменту віброізолюючий елемент у вигляді гофрованих сталевих аркушів, обладнаний пневматичними циліндрами, осі яких розташовані вертикально і симетрично щодо вертикальної осі молота, підстави циліндрів шарнірно кріпляться до фундаменту, а шток до шаботу, сумарна площа поршнів пневматичних циліндрів визначається за залежністю:

$$\frac{K_1}{2p} \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right] \geq F \geq \frac{K_2}{2p} \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right],$$

де  $K_1, K_2$  - граничні коефіцієнти запасу,  $K_1 = 1,2$ ;  $K_2 = 1,4$ ;  
 $P$  - тиск повітря в цеховій магістралі,  $P = 0,4 \dots 0,6$  Мпа;  
 $E$  - граничне значення коефіцієнту відскоку для кувальних молотів,  $E = 0,3$ ;  
 $Z$  - енергія удару молота, регламентована за ДСТ 9752-75;  
 $m$  - маса падаючих частин;  
 $C$  - жорсткість підшаботної віброізоляції;  
 $M$  - маса шаботу;  
 $g$  - прискорення вільного падіння.

Використання пневматичних циліндрів в пристрої підшаботної віброізоляції кувального молоту створює додаткову силу, яка дозволяє збільшити статичну деформацію віброізолятора. Розмір статичної деформації стає більшим, ніж розмір очікуваного зазору між опорними поверхнями шаботу та віброізолюючого елемента. Запропоноване технічне рішення запобігає утворенню зазору, що сприяє підвищенню ефективності віброізоляції і надійності роботи молотової установки.

На кресленні представлена схема пристрою підшаботної віброізоляції кувального молота.

Підшаботна віброізоляція містить фундамент 1, на бічних стінках якого закріплені підстави 2, до яких кріпляться пневматичні циліндри 3 з поршень-штоками 4. Циліндри за допомогою трубопроводів 5 забезпечуються стисненим повітрям. Тиск стиснутого повітря створює зусилля на поршень-шток 4, що передається через шабот 6 на віброізолятор 7.

Робота пристрою підшаботної віброізоляції кувального молота здійснюється в такий спосіб.

Шабот 6 за допомогою власної ваги створює статичну деформацію віброізолятора 7  $\Delta l_{cm}$

$$\Delta l_{cm} = \frac{Mg}{C}, \quad (1)$$

де:  $M$  - маса шаботу,

$g$  - прискорення вільного падіння,

$C$  - жорсткість віброізолятора.

До циліндра 3 по трубопроводу 5 подається стиснене повітря, що створює зусилля, передане поршень-штоком 4, і збільшує статичну деформацію віброізолятора 7 до такого ступеня, щоб зазор між ним і шаботом 6 не утворювався.

Умова відсутності зазору між віброізолятором 7 і шаботом 6

$$A = \frac{Mg + P}{C}, \quad (2)$$

де:  $A$  - амплітуда коливань шаботу,

$P$  - зусилля на поршнях пневматичних циліндрів.

Відомо (див.: Сушкова Т.С. До розрахунку підшаботної віброізоляції молотів // Вісник Вищих навчальних закладів. Машинобудування. - 1984. - № 4. - С. 118-121), що

$$A = \sqrt{y_0^2 + \left( \frac{V_0}{\omega_w} \right)^2}, \quad (3)$$

де:  $y_0$  - початковий зсув шаботу, у нашому випадку

$$y_0 = \frac{P}{C};$$

$V_0$  - швидкість шаботу після удару,

$\omega_w$  - парціальна частота коливань шаботу.

Початкова швидкість шаботу

$$V_0 = \frac{mV_1(1+E)}{m+M}, \quad (4)$$

де:  $m$  - маса падаючих частин,

$E$  - коефіцієнт відскоку, для кувальних молотів  $E = 0,3$ ,

$V_1$  - швидкість удару.

Швидкість удару визначається з рівняння

$$V_1 = \sqrt{\frac{2Z}{m}}, \quad (5)$$

де:  $Z$  - ефективна енергія удару, що регламентується за Держстандарт 9252-75.

З урахуванням (5) початкова швидкість шаботу дорівнює

$$V_0 = \frac{(1+E)\sqrt{2Zm}}{m+M}. \quad (6)$$

Парціальна частота коливань шаботу

$$\omega_w = \sqrt{\frac{C}{m}}. \quad (7)$$

Вираз (2) з урахуванням (3), (6), (7) після деяких перетворень набуде вигляду

$$P \geq \frac{1}{2} \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right]. \quad (8)$$

Загальна статична деформація віброізолятора

$$\Delta L_{cm} = \Delta l_{cm} + \Delta l_{cm}', \quad (9)$$

де:  $\Delta l_{cm}'$  - додаткова деформація віброізолятора, створена зусиллям  $P$ , визначається у формулі (8).

Після удару падаючих частин шабот почне коливатися з амплітудою  $A$ . При досягненні крайньо-

го нижнього положення сумарна деформація віброізолятора 7 буде дорівнювати

$$\Delta L = \Delta L_{cm} + A. \quad (10)$$

Після зупинки шабот 6 почне рух нагору і досягне крайнього верхнього положення, коли переміститься на величину, яка дорівнює подвоєній амплітуді. Залишкова деформація віброізолятора 7 буде

$$\Delta l_{ocm} = \Delta L - 2A. \quad (11)$$

Наявність залишкової деформації при досягненні шаботом 6 крайнього верхнього положення забезпечить запобігання утворенню зазору між шаботом 6 до віброізолятором 7.

Зусилля  $P$ , створюване поршнем пневмоциліндра 3, складе

$$P = pF, \quad (12)$$

де:  $p$  - тиск повітря в цеховій магістралі,  $p = 0,4 \dots 0,6$  Мпа,

$F$  - площа поршня пневматичного циліндру.

З урахуванням граничних коефіцієнтів запасу і (12) вираз (8) набуде вигляду

$$\frac{K_1 \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right]}{2p} \geq F \geq \frac{K_2 \left[ \frac{2(1+E)^2 ZmC}{(m+M)^2 g} - gM \right]}{2p},$$

де:  $K_1, K_2$  - граничні коефіцієнти запасу,  $K_1 = 1,2$ ;  $K_2 = 1,4$ .

Приклад конкретного виконання.

Вихідні дані для розрахунку:

Молот пароповітряний	
з масою падаючих частин	$m = 1000$ кг
Маса шабота	$M = 1,5 \cdot 10^4$ кг
Тиск у магістралі	$P = 6 \cdot 10^5$ кг
Коефіцієнт відскоку	$\varphi = 0,3$
Енергія удару молота	$Z = 12,5$ кДж
Жорсткість ґрунту під підставою фундаменту	$K_r = 3,2 \cdot 10^9$ Н/м
Припустиме середньоквадратичне значення віброшвидкості	$[V] = 0,2 \cdot 10^2$ м/с
Швидкість удару	$V_1 = 5$ м/с
Амплітуда коливань шабота	$A = 8,9 \cdot 10^3$ м
Коефіцієнт запасу	$K_1 = 1,2$

Жорсткість віброізолятора, що забезпечує вигоди ДСТ 12.1.012-90, визначається за формулою (див.: Дуганов Г.В., Храмой А.И., Коган М.С. і ін. Борьба с вибрацией и шумом у ковальському виробництві. - К.: Техніка, 1984. - С. 50):

$$C = \frac{1,94 K_s [V] (m+M)}{m V_1 (1+E)}$$

і складе  $3,056 \cdot 10^7$  Н/м.

Статична деформація віброізолятора під дією ваги шабота, згідно (1),

$$\Delta l_{cm} = \frac{1,5 \cdot 10^4 \cdot 9,8}{3,056 \cdot 10^7} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

При використанні існуючих способів віброізоляції зазор між шаботом і віброізолятором дорівнює

різниці амплітуди коливань шабота 6 і статичної деформації

$$\Delta = A - \Delta l_{cm} = 8,9 \cdot 10^{-3} - 4,8 \cdot 10^{-3} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Таким чином, необхідно створити додаткову деформацію віброізолятора пневматичними циліндрами 3, осі яких розташовані вертикально і симетрично осі молота, підстава 2 циліндра шарнірно кріпиться до фундаменту 1, а поршень-шток 4 - до шабота 6.

Додаткова деформація повинна дорівнювати

$$\Delta l_{cm}' = \Delta$$

Для створення зазначеної додаткової статичної деформації пневмоциліндри повинні мати сумарну площу поршнів, згідно (13), рівну

$$F = \frac{1,2}{2 \cdot 6 \cdot 10^5} \left[ \frac{2(1+0,3)^2 12,5 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 3,056 \cdot 10^7}{(10^3 + 15 \cdot 10^3)^2 9,81} - 9,81 \cdot 1,5 \cdot 10^4 \right] = 0,367 \text{ м}^2$$

Сумарне зусилля на поршнях пневмоциліндрів, згідно (12), дорівнює

$$P = pF = 5 \cdot 10^5 \cdot 0,367 = 183,5 \text{ кН.}$$

Щоб уникнути розгойдування молота рівнодіюча всіх сил пристрою повинна збігатися з вертикальною віссю молота, тобто осі циліндрів повинні бути розташовані симетрично щодо вертикальної осі молота. Їх повинно бути не менше 2.

У випадку застосування 4-х циліндрів, площа одного циліндра дорівнює

$$F' = \frac{F}{n} = \frac{0,367}{4} = 0,092 \text{ м}^2,$$

де:  $n$  - кількість пневмоциліндрів.

Діаметр поршня

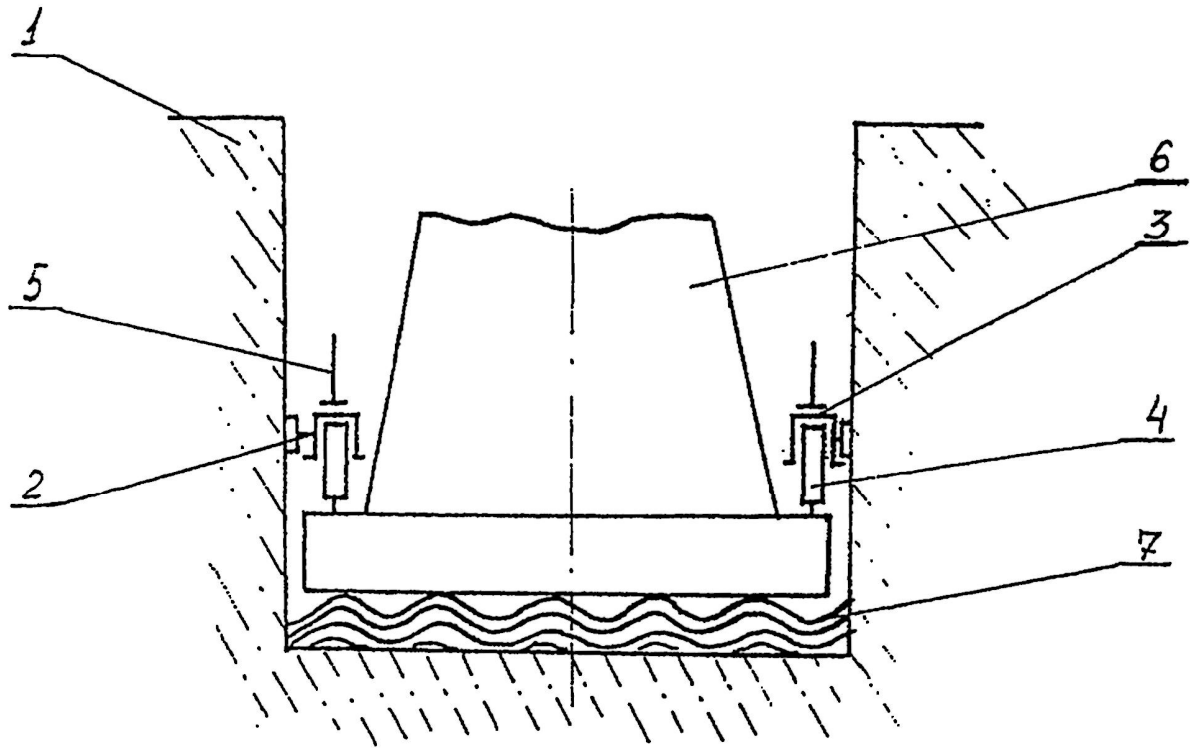
$$D = \sqrt{\frac{4F'}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,092}{3,14}} = 0,342 \text{ м}$$

Отриманий діаметр поршня дорівнює 342 мм, може бути визнаний конструктивним для пароповітряного молота з масою падаючих частин 1000 кг.

Запропоноване технічне рішення, у порівнянні з використовуваними пристроями віброізоляції кувальних молотів, дозволяє запобігти утворенню зазору між віброізолятором і шаботом, що виникає в результаті коливань останнього, виключити можливість перекошу шабота внаслідок влучення окалини в зазор, що утвориться, і, підвищити надійність роботи молотової установки.

Пристрій підшаботної віброізоляції кувального молота передбачено впровадити на АТ «Лугцентрокуз» і інших підприємствах, що виготовляють чи експлуатують молоти.

Економічний ефект досягається за рахунок підвищення надійності молотової установки і збільшення довговічності.



Фіг.

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22

---