



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61969 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B21J 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ПІДШАБОТНА ВІБРОІЗОЛЯЦІЯ КОВАЛЬСЬКИХ МОЛОТІВ

1

2

(21) u201015149

(22) 16.12.2010

(24) 10.08.2011

(46) 10.08.2011, Бюл.№ 15, 2011 р.

(72) РЕЙ АНТОН РОМАНОВИЧ

(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІ-  
ВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(57) Підшаботна віброізоляція ковальського моло-  
та, що містить шабот, підшаботну плиту, віброізо-  
лятори у вигляді пружин і анкерну плиту, яка **від-  
різняється** тим, що симетрично вертикальній осі  
молота встановлено два гідравлічні циліндри,  
штоки яких прикріплені до верхньої поверхні під-  
шаботної плити, корпуси - до фундаменту молота,  
верхня порожнина циліндра з'єднується з напов-  
нювальним баком трубопроводом, відношення  
площі циліндра до площі трубопроводу, що з'єднує

циліндр з наповнювальним баком, визначається  
залежністю

$$\frac{F}{f} = \sqrt{\frac{\sqrt{m \cdot k}}{8\mu\pi l}}$$

де  $F$ ,  $f$  - площі циліндра і трубопроводу, що з'єд-  
нує циліндр з наповнювальним баком;

$k$  - жорсткість підшаботної віброізоляції (пружин  
розташованих між підшаботною і анкерною плита-  
ми);

$\mu$  - динамічний коефіцієнт в'язкості ріди-  
ни(мінеральне мастило або водяна емульсія);

$l$  - довжина трубопроводу що з'єднує циліндр з  
наповнювальним баком.

Корисна модель належить до галузі машино-  
будування, а саме - до конструкцій ковальсько-  
штампувального обладнання і призначена для  
зниження пружних коливань фундаменту, що ви-  
кликають сейсмічні коливання в ґрунті і мають шкід-  
ливий вплив на навколишнє середовище.

Відомо технічне рішення для віброізоляції ку-  
вального молота [1]. Дане технічне рішення являє  
собою шабот, встановлений у прямку фундамен-  
ту та пружини, що виконують функції віброізолято-  
рів, і віброгасників у вигляді демпферів тертя, за-  
кріплених на фундаменті. Застосування  
демпферів тертя спричиняє появу "мертвої зони",  
наявність якої призводить до зростання амплітуди  
коливань фундаменту, що призводить до збіль-  
шення сейсмічних коливань ґрунту. Згасання ко-  
ливань відбувається за декілька періодів, впро-  
довж цього часу шабот збуджує коливання  
фундаменту, що підсилює негативний вплив на  
навколишнє середовище.

Відомо підшаботну віброізоляцію молотів  
(прототип) [2] у якій віброгасником є демпфер од-  
носторонньої дії у вигляді гідроциліндра. Недолік  
даного технічного рішення полягає у тому, що де-  
мпфірування коливань забезпечується постійною  
силою, величина якої залежить від величини тиску

рідини, на яку налаштований запобіжний клапан,  
згасання коливань протікає поступово за декілька  
періодів що приводить до збудження коливань  
фундаменту шабота протягом часу подвійного  
ходу падаючих частин молота.

В основу корисної моделі поставлено задачу  
зниження вібраційної активності молота, що зни-  
жує збудження коливань фундаменту. Поставлена  
задача вирішується за рахунок того, що у підша-  
ботну віброізоляцію, що містить підшаботну плиту,  
яка спирається на пружинні віброізолятори, що  
розташовані на анкерній плиті, яка закріплена на  
фундаменті молота, симетрично до вертикальної  
осі молота встановлено два гідравлічні циліндри,  
штоки яких прикріплені до верхньої поверхні під-  
шаботної плити, корпуси - до фундаменту молота,  
нижня порожнина циліндра з'єднується з верхньою  
порожниною трубою, на якій встановлено зворот-  
ний клапан, який пропускає рідину з нижньої поро-  
жнини в верхню, а також нижня порожнина цилінд-  
ра з'єднується трубою з наповнювальним баком,  
верхня порожнина циліндра з'єднується з напов-  
нювальним баком трубопроводом з керованим  
дросельним клапаном. Відношення площ цилінд-  
рів і трубопроводів визначається таким, що забез-

(19) UA (11) 61969 (13) U

печує аперіодичний рух молота, внаслідок чого знижується навантаження на фундамент.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де зображено принципову схему підшаботної віброізоляції ковальського молота. Віброізоляція містить підшаботну плиту 1, на якій встановлено шабот молота 2. Підшаботна плита 1 спирається на пружини 3, які розташовані на анкерній плиті 4, що закріплена на фундаменті 5. Симетрично до вертикальної осі молота встановлено два гідралічні циліндри 6, штоки 7 яких прикріплені до верхньої поверхні підшаботної плити 1, а корпуси циліндрів за допомогою кронштейнів 8 до фундаменту 5. Нижня порожнина циліндра 6 з'єднана трубою 9 з встановленим на ній зворотним клапаном 10, з верхньою порожниною, а трубою 11 - з наповнювальним баком 12 верхня порожнина якого заповнена стисненим повітрям, верхня порожнина циліндра 6 з'єднується з наповнювальним баком 12 трубою 13, на якій встановлено керований дросель 14.

Працює віброізоляція наступним чином. Після удару шабот 2 переміщується вниз, початкова швидкість шабота буде визначитись по залежності

$$v = \frac{M \cdot v_1(1 + \varepsilon)}{m}, \quad (1)$$

де  $M$  - маса падаючих частин,

$v_1$  - швидкість падаючих частин в момент зіткнення мас,

$\varepsilon$  - коефіцієнт відскоку,

$m$  - маса шабота для кувальних і молота з шаботом для штампувальних молотів.

При переміщенні шабота 2 вниз рідина із нижньої порожнини циліндра 6 буде через трубу 9 і клапан 10 переливатись в верхню порожнину і не чинити значного опору руху шабота. Кінетична енергія шабота перетворюється в потенціальну енергію деформацій пружин 3. Такий рух належить до вільних механічних коливань і згідно з теорією механічних коливань [3] для нього справедливий такі співвідношення

$$A = \frac{v}{\omega}; \quad \omega = 2\pi T; \quad k = \omega^2 m, \quad (2)$$

де  $A$  - амплітуда коливань;

$\omega$  - кругова частота;

$T$  - період коливань;

$k$  - жорсткість пружин.

Після досягнення крайнього нижнього положення шабот 2 рухається вгору, рівняння руху згідно з [3] має вигляд

$$mX'' + cX' + kX = 0, \quad (3)$$

де  $c$  - коефіцієнт згасання коливань.

Згідно з [3] рух буде аперіодичним при умові, що

$$c = 2\sqrt{m \cdot k}. \quad (4)$$

Для системи гідралічний циліндр-трубопровід коефіцієнт згасання коливань визначається формулою Пуазейля

$$c = 8\mu l \left( \frac{F}{f} \right)^2, \quad (5)$$

де  $\mu$  - динамічний коефіцієнт в'язкості рідини;

$l$  - довжина труби;

$F, f$  - площі перерізів поршня і труби.

Враховуючи що аперіодичний рух шабота забезпечують два циліндри, на основі (4) знаходимо, що коефіцієнт згасання коливань для кожного циліндра буде визначатись як

$$c_{1,2} = \sqrt{m \cdot k}, \quad (6)$$

і з урахуванням (5) відношення площі кожного циліндра до площі труби що з'єднує циліндр і наповнювальний бак буде визначатись по залежності

$$\frac{F}{f} = \sqrt{\frac{m \cdot k}{8\mu l}}, \quad (7)$$

а відношення діаметра циліндра  $D$  до діаметра труби  $d$

$$\frac{D}{d} = \sqrt{\frac{F}{f}}. \quad (8)$$

При початкових умовах  $x_0=A$ ,  $x'_0=0$  згідно з даними [3] рівняння руху шабота з крайнього нижнього положення буде мати вигляд

$$X(t) = A(1 + \omega t) \exp(-\omega t). \quad (9)$$

Приклад конкретного виконання.

Молот штампувальний, маса падаючих частин

$M=1000$  кг; швидкість падаючих частин  $v_1 = 6 \frac{m}{c}$ ;

коефіцієнт відскоку  $\varepsilon=0,5$ ; маса молота з шаботом  $m=3,2 \cdot 10^4$  кг; час подвійного ходу падаючих частин  $t_{nx}=1,0$  с, робоча рідина в циліндрах - мінеральне мастило "Індустріальне-30" з коефіцієнтом динамічної в'язкості  $\mu=0,29$  Нс/м.

Початкова швидкість шабота визначається за залежністю (1) і після підстановки вихідних даних одержимо

$$v = \frac{1,0 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot (1 + 0,5)}{3,2 \cdot 10^4} = 0,28 \text{ м/с}.$$

Прийmemo період коливань, рівний часу подвійного ходу падаючих частин  $T=t_{nx}$ , по (2) визначимо кругову частоту  $\omega=2\pi \cdot 1,0=6,28$  рад/с; амплітуду першого переміщення шабота вниз  $A = \frac{v}{\omega}$ ,

$A = \frac{0,28}{6,28} = 0,04 \text{ м}$ , жорсткість підшаботної віброізоляції  $k=\omega^2 \cdot m$ ,  $k=6,28^2 \cdot 3,2 \cdot 10^4=1,26 \cdot 10^6$  Н/м.

На основі залежності (7) визначимо відношення площ циліндра і трубопроводу

$$\frac{F}{f} = \sqrt{\frac{3,2 \cdot 10^4 \cdot 1,26 \cdot 10^6}{8 \cdot 0,66 \cdot 3,14 \cdot 2,5}} = 105.$$

а на основі (8) відношення діаметрів циліндра і трубопроводу

$$\frac{D}{d} = \sqrt{105} = 10,25.$$

Якщо діаметр трубопроводу прийняти рівним одному дюйму, тобто  $d=2,54$  см, діаметр циліндра буде дорівнювати  $D=2,54 \text{ см} \cdot 10,25=26 \text{ см}$ .

Після удару за час, рівний четверті періоду  $0,25T=0,25$  с, шабот переміщується на амплітуду коливань  $A=0,045$  м, після чого починається рух шабота вгору відповідно до рівня (9), до наступного удару залишається час, рівний  $T-0,25T=0,75$  с, після підстановки в (9) значень фізичних величин

визначимо на якій відстані від осі статичної рівноваги буде знаходитись шабот  $X=0,045(1+6,28 \cdot 0,75) \exp(-6,28 \cdot 0,75)=0,0019$  м, що відносно до амплітуди першого переміщення шабота вниз складе величину  $\Delta X=X/A$ ,  $\Delta X=0,0019/0,045=0,042$  (4,2%).

Таке відхилення шабота від осі статичної рівноваги можливо вважати допустимим. Для досягнення відхилення та компенсації похибок в виготовленні циліндрів і визначенні вихідних даних в схемі віброізоляції передбачено керований дросель за допомогою якого можна збільшувати коефіцієнт згасання коливань.

Економічний ефект досягається за рахунок зниження виробничої вібрації що приводить до збереження здоров'я персоналу ковальських цехів, підвищення надійності та довговічності роботи обладнання та споруд навколишнього середовища.

Джерело інформації:

1. Патент ФРН №263321, МПК В21j 13/00.
2. Деклараційний патент України №38111, МПК В21j 13/00. Бюл. №4, 2001.
3. Кин Н. Тонг. Теория механических колебаний. М.: ГНТИ машиностроительной литературы 1963. - 352 с.

