



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20851 (13) U
(51) МПК (2006)
B21J 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БЕЗШАБОТНИЙ ВЕРТИКАЛЬНИЙ МОЛОТ

1

2

(21) u200609175

(22) 19.08.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. №2, 2007р.

(72) Монатовський Станислав Степанович, Рей Роман Іванович, Гутько Юрій Іванович

(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(57) Безшаботний вертикальний молот, що містить верхню бабу з боковими штоками та плунжерами, нижню бабу з центральним штоком та плунжером,

гідробак з встановленими у ньому боковими і центральним плунжерами, який відрізняється тим, що у ньому застосовано два привідних гідрравлічних циліндри, розташованих симетрично до осі нижньої баби, які взаємодіють з перехідною плитою, на яку спирається нижня баба, причому прискорення нижньої баби при прямому холостому русі підпорядковане залежності: $j \leq 0,9g$, де j - прискорення нижньої баби, g - прискорення вільного падіння.

Корисна модель відноситься до галузі машинобудування, а саме - до конструкції ковальсько-штампувального обладнання.

Відомо молот із двобічним ударом, який містить верхню та нижню баби [див. а.с. СРСР №463291 МІЖ В 2117/28, бюл. №9, 1975]. Баби встановлені у направляючих станині та переміщуються одна назустріч іншій.

Недолік відомого молота - у зниженій надійності внаслідок відсутності гідрравлічного зв'язку руху баб та керуемого зворотного холостого руху, що приведе до удару верхньої баби по станині, а нижньої по штоку привода при зупинці баб у крайніх положеннях.

Відомо безшаботний вертикальний молот, який містить верхню бабу з боковими штоками та плунжерами, нижню бабу з центральним штоком та плунжером, гідробак з розташованими у ньому боковими і центральним плунжерами [див. Живов Л.І., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование.-К.: Вища школа, 1985. - с.102. - прототип].

Недолік відомої конструкції - у зниженій надійності вузлів і деталей.

Розгін баб виникає шляхом прикладання сили з боку енергоносія до верхньої баби, що обумовлювало підвищення тиску у гідробакі до 150атм., на котрий накладається тиск, який виникає при гальмуванні бокових штоків при ударі баб. Підвищення тиску приведе до підвищення динамічних навантажень на вузли гідрозв'язку і верхньої баби.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення безшаботного вертикального молота шляхом того, що розгін баб на удар виникає

за рахунок сили з боку приводних гідроциліндрів до нижньої баби, що приведе до підвищення надійності вузлів гідрозв'язку і верхньої баби.

Поставлена задача досягається тим, що в безшаботному вертикальному молоті, що містить верхню бабу з боковими штоками та плунжерами, нижню бабу з центральним штоком та плунжером, гідробак з розташованими у ньому боковими і центральним плунжерами, згідно корисної моделі, застосовано два приводних гідрравлічних циліндра, розташованих симетрично до осі нижньої баби, які взаємодіють з перехідною плитою, на яку спирається нижня баба, причому прискорення нижньої баби при прямому холостому русі підпорядковане залежності

 $j \leq 0,9g$, де j - прискорення нижньої баби, g - прискорення вільного падіння.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на Фіг.1 зображено принципову схему безшаботного вертикального молота, а на Фіг.2 зображено розріз А-А Фіг.1. Безшаботний вертикальний молот містить верхню бабу 1, яка спирається на бокові штоки 2, нижні кінці яких взаємодіють з боковими плунжерами 3, що розташовані у гідробакі 4. У центральній частині гідробака 4 розташовано центральний плунжер 5, який взаємодіє з центральним штоком 6, на верхньому торці якого встановлені перехідна плита 7, гумовий амортизатор 8 та нижня баба 9. Перехідна плита 7 взаємодіє зі штоками 10 приводних гідрравлічних циліндрів 11. На штоках 10 приводних гідрравлічних циліндрів 11 закріплено поршні 12.

(13) U
(11) 20851
(19) UA

Безшаботний вертикальний молот працює наступним чином.

У вихідному положенні, котре відповідає кресленням, баби 1 та 9 нерухомі. Це досягається тим, що верхня баба 1 за допомогою штоків 2 і плунжерів 3 (площа кожного F_6), а нижня баба 9, яка взаємодіє з гумовим амортизатором 8 та перехідною плитою 7, за допомогою центрального штока 6 і плунжера 5 (площа F_n) утворюють у гідробаці 4 однаковий тиск, що дорівнює

$$P_{\Gamma} = \frac{gM_B}{2F_6} = \frac{gM_H}{F_n}, \quad (1)$$

де

M_B, M_H - маса верхньої 1 та нижньої 7 баби,
 g - прискорення вільного падіння.

З (1) маємо

$$\frac{M_H}{M_B} = \frac{F_n}{2F_6}. \quad (2)$$

Прямий холостий рух, котрий закінчується ударом, здійснюється з вихідного положення, що подано на кресленні. Рідина із гідророзподільника (не показаний) під робочим тиском подається до нижніх порожнин приводних гідравлічних циліндрів 11, із верхньої порожнини цих циліндрів рідина подається до зливу.

На шток 10 приводного гідравлічного циліндра 11 діє зусилля, що має напрямок вверх

$$P'_B = P_p F_{\Gamma p} - P_3 F_K \quad (3)$$

Де

P'_B, P_3 - тиск робочої і зливної магістралі;

$F_{\Gamma p}, F_K$ - повна та кільцева площі поршня 12.

На центральний шток 6 діє зусилля

$$P_B = 2P_p F_{\Gamma p} - 2P_3 F_K. \quad (4)$$

Нижня баба 9 рухається прискорено вверх, при цьому центральний плунжер 5 підіймається вверх, визволяючи у гідробаці 4 об'єм, який дорівнює добутку кільцевої площі $2F_K$ до висоти підйому. Підкоряючись умові постійності об'єму, бокові плунжери 3 опускаються, компенсуючи цей об'єм. Математично цю умову можна подати у вигляді

$$\Delta H_H F_{\Gamma} = \Delta H_K 2F_K = \Delta H_B 2F_6, \quad (5)$$

$\Delta H_H, \Delta H_B, \Delta H_K$ - елементарні переміщення нижньої 9 і верхньої 1 баби та поршня 12 приводного гідравлічного циліндра 11.

Прискорення руху нижньої баби 7

$$j_B \leq 0,9g. \quad (6)$$

Відношення зусилля, що діє на центральний шток 6 до прискорення нижньої баби 9 має вигляд

$$\frac{P_B}{j_B} = M_H + M_B \frac{F_n}{2F_6}. \quad (7)$$

Тиск рідини у гідробаці 4

$$P_{\Gamma B} = \frac{M_H(g - j_B)}{F_n} \quad (8)$$

Після закінчення прямого холостого руху, у процесі якого здійснюється штампування поковки, починається зворотній холостий рух. Повернення баба 1 та 9 у вихідне положення здійснюється наступним чином.

Гідророзподільник (не показаний) переключає нижні порожнини приводних гідравлічних циліндрів 11 до зливу, а у верхні порожнини подає рідину. На шток 10 приводного гідравлічного циліндра 11 діє зусилля, що має напрямок униз

$$P'_H = P_p F_K - P_3 F_{\Gamma p} \quad (9)$$

На центральний шток 6 діє зусилля

$$P_H = 2P_p F_K - 2P_3 F_{\Gamma p} \quad (10)$$

котре приводить у рух нижню бабу 7 з прискоренням

$$j_H \leq 0,9g. \quad (11)$$

Тиск рідини у гідробаці 4 дорівнює

$$P_{\Gamma H} = \frac{M_H(g - j_H)}{F_n} \quad (12)$$

Цей тиск вищий статичного та сила від дії на бокові плунжери 3 більш сили ваги верхньої баби 1, тому вона прискорено рухається вверх.

Безшаботний вертикальний молот працює у режимі автоматичних послідовних ударів, або у кінці руху виконується зупинка баб 1 та 9 з послідовним утриманням на вазі.

При автоматичних послідовних ударах - верхні порожнини приводних гідравлічних циліндрів 11 переключаються до зливу, а нижні переключаються під робочий тиск. При наступному утриманні на вазі - гідророзподільник (не показаний) переключає нижні порожнини приводних гідравлічних циліндрів 11 до зливу.

Приклад конкретного виконання

Вихідні дані для розрахунку:

Безшаботний вертикальний молот з енергією удара $Z=1500 \text{ кДж}$.

Маси верхньої і нижньої баби дорівнюють: $M_B=M_H$

Швидкість кожної баби до удару $V_f=3,1 \text{ м/с}$.

Робочий тиск рідини на приводних гідравлічних циліндрах $P_p=300 \text{ атм}$ (30 МПа).

Тиск рідини у зливній магістралі $P_3=5 \text{ атм}$ (0,5 МПа).

Тиск рідини у гідробаці при нерухомих бабах (статичний тиск) $P_{\Gamma}=90 \text{ атм}$ (9 МПа).

Рух кожної баби $H=1,0 \text{ м}$.

При розрахунку приймаємо, що прискорення нижньої і верхньої баби при прямому холостому русі дорівнює

$$j = 0,9g = 8,83 \text{ м/с}^2.$$

Енергія удара безшаботного вертикального молота дорівнює

$$Z = M_B \frac{V_B^2}{2} + M_H \frac{V_H^2}{2},$$

враховуючи, що $M_B=M_H, V_B=V_H=3,1 \text{ м/с}$, маса нижньої і верхньої баби дорівнює

$$M_B = M_H = \frac{Z}{V^2} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{3,1^2} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ кг} (160 \text{ т})$$

Сумарна площа бокових плунжерів визначається із (1) як

$$2F_6 = \frac{gM_B}{P_{\Gamma}} = \frac{9,81 \cdot 1,6 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 10^7} = 0,174 \text{ м}^2.$$

З (2) виходить, що площа центрального плунжера

$$F_{\Pi} = 2F_6 = 0,174 \text{ м}^2.$$

Діаметр кожного бокового плунжера

$$d_6 = \sqrt{\frac{2F_6}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,174}{3,14}} = 0,333 \text{ м}.$$

Діаметр центрального плунжера

$$d_6 = \sqrt{\frac{4F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,174}{3,14}} = 0,471 \text{ м}.$$

Для забезпечення руху нижньої баби з прискоренням $\gamma = 8,83 \text{ м/с}^2$ необхідно, згідно (7), наступне зусилля

$$P_B = \gamma_B \left(M_H + M_B \frac{F_{\Pi}}{2F_6} \right) = 8,83 \left(1,6 \cdot 10^5 + 1,6 \cdot 10^5 \frac{0,174}{0,174} \right) = 28,3 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Враховуючи, що прискорення руху баб при зворотньому русі у 2 рази менше за прискорення прямого холостого руху приймаємо, що кільцева площа поршня приводного гідралічного циліндра удва рази менша повної площі.

Тоді з урахуванням (3) визначаємо площу поршня приводного гідралічного циліндра

$$F_{\Pi P} = \frac{P_B}{P_P - 0,5P_3} = \frac{0,5P_B}{P_P - 0,5P_3} = \frac{14,15 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^6 - 0,5 \cdot 5 \cdot 10^6} = 0,05 \text{ м}^2,$$

діаметра поршня

$$d_{\Pi P} = \sqrt{\frac{4F_{\Pi P}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,051}{3,14}} = 0,255 \text{ м}.$$

Діаметр штока враховуючи те, що

$$F_K = \frac{1}{2} F_{\Pi P},$$

визначається за залежністю

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{2F_{\Pi P}}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,051}{3,14}} = 0,180 \text{ м}.$$

Тиск рідини у гідроації при прямому холостому русі визначаємо за залежністю (8)

$$P_{\Gamma B} = \frac{1,6 \cdot 10^5 (9,81 - 8,83)}{0,174} = 0,89 \cdot 10^6 \text{ Па} (0,89 \text{ МПа}).$$

Тиск рідини у гідроації при зворотньому холостому русі визначаємо за залежністю (12)

$$P_{\Gamma H} = \frac{1,6 \cdot 10^5 (9,81 + 4,4)}{0,174} = 13,5 \cdot 10^6 \text{ Па} (13,1 \text{ МПа}).$$

Час прямого холостого руху

$$t_{\Pi 3} = \sqrt{\frac{2H}{j_B}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{8,83}} = 0,48 \text{ с}.$$

Час зворотнього холостого руху

$$t_{3X} = \sqrt{\frac{2H}{j_H}} = \sqrt{\frac{2}{4,4}} = 0,67 \text{ с}.$$

Час подвійного руху

$$T = t_{\Pi K} + t_{3X} = 0,48 + 0,67 = 1,15 \text{ с}.$$

Кількість ударів у хвилину

$$n = \frac{60}{T} = \frac{60}{1,15} = 52.$$

У порівнянні з прототипом, молот, виконаний з використанням запропонованого технічного рішення, буде мати підвищену надійність вузлів гідрозв'язку і верхньої баби.

Економічний ефект досягається за рахунок підвищення довговічності базових деталей безшарботного вертикального молота.

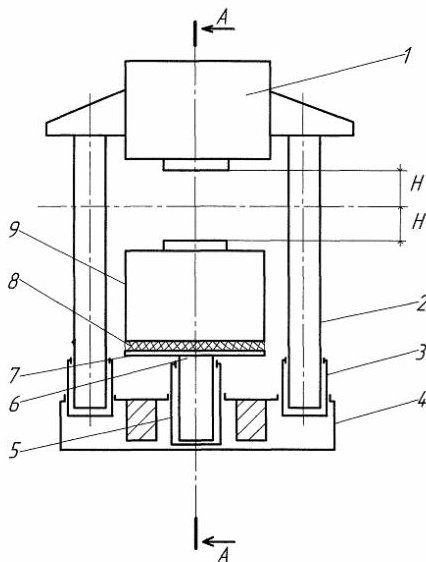


Fig. 1

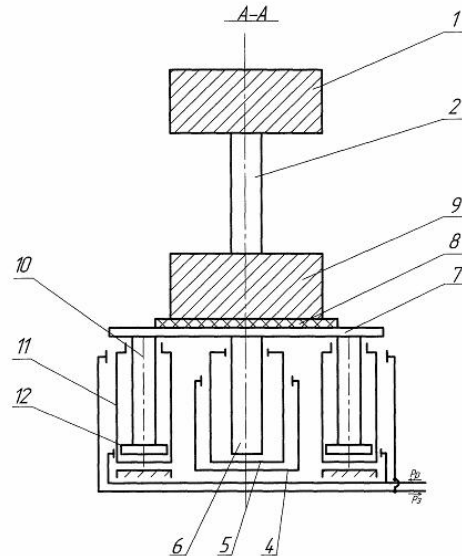


Fig. 2