



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30386 (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 ГІДРАВЛІЧНИЙ МОЛОТ

1

2

(21) u200711894

(22) 29.10.2007

(24) 25.02.2008

(72) РЕЙ АНТОН РОМАНОВИЧ, UA

(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ, UA

(56)

(57) Безшаботний вертикальний гідралічний молот, що містить верхню бабу з боковими амортизаторами, перехідними плитами і плунжерами, нижню бабу з центральним амортизатором, перехідною плитою і плунжером та бак гідралічного зв'язку верхньої і нижньої баб, який відрізняється тим, що на верхню поверхню бака гідралічного зв'язку верхньої і нижньої баб, співвідносно з боковими плунжерами, встановлені привідні гідралічні циліндри, поршні яких

закріплені на бокових плунжерах верхньої баби, площа кільцевої поверхні кожного із двох поршнів підпорядкована нерівності:

$$F_n \leq \frac{0,9g \sum_{i=1}^n M_i + P_{тр}}{2(p_p - p_3)},$$

де g - прискорення вільного падіння;

 $\sum_{i=1}^n M_i$  - сума мас рухомих частин молота; $(p_p - p_3)$  - робочий тиск і тиск зливу рідини; $P_{тр}$  - сила тертя в напрямних баб і ущільненнях плунжерів і поршнів.

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

Відомо молот із двобічним ударом, який містить дві баби, встановлені у направляючі станини, які переміщуються одна на зустріч другій [патент України на корисну модель № 19623 "Безшаботний вертикальний молот"].

Недоліки відомого молота полягають у тому, що привідний циліндр закріплений до нижньої поверхні гідралічного баку збільшує висоту молота на висоту привідного циліндра а також в наслідок того, що центральний плунжер, який взаємодіє з центральним штоком виконано як одне ціле у вигляді ступінчатого вала приводить до збільшення динамічного навантаження на амортизатор, встановлений між нижньою бабою та центральним плунжером, під час удару молота.

Відомо безшаботний вертикальний молот, який містить верхню бабу з боковими штоками та плунжерами, нижню бабу з центральним штоком та плунжерами, гідралічний бак з розташованими у ньому боковими і центральним плунжерами, два привідних гідралічних циліндра, які взаємодіють з перехідною плитою, на яку спирається нижня баба [патент України на корисну модель № 20851 "Безшаботний вертикальний молот"].

Недолік даної конструкції - у збільшенні навантаження на амортизатор, встановлений між перехідною плитою, на яку спирається нижня баба. Під час удару молота відбувається різке гальмування нижньої баби з прискоренням до 1000 прискорень вільного падіння та гальмування перехідної плити з центральним штоком та плунжерами і поршнями привідних гідралічних циліндрів, які прикріплені до перехідної плити.

В основу корисної моделі покладено задачу удосконалення вертикального безшаботного гідралічного молота шляхом того, що привідний циліндр встановлений на верхню горизонтальну поверхню гідралічного баку співвідносно з боковими плунжерами, а поршні привідних циліндрів закріплені на цих же плунжерах.

На кресленні представлена принципова схема безшаботного вертикального гідралічного молота, який містить верхню бабу 1, яка спирається на бокові амортизатори 2, встановлені на перехідні бокові плити 3, що спираються на бокові плунжери 4, на яких закріплені поршні 5 гідралічних привідних циліндрів 6, які закріплені на верхній поверхні гідралічного баку 7; центральний плунжер 8 на верхній торцевій поверхні якого розташована центральна перехідна плита 9, на якій встановлено центральний

(19) UA (11) 30386 (13) U

амортизатор 10, на верхню поверхню якого спирається нижня баба 11.

В статичному положенні баби нерухомі, що забезпечується рівністю площ центрального плунжера 8 і суми площ поперечних перерізів двох бокових плунжерів 4.

Безшаботний вертикальний гідравлічний молот працює таким чином:

У вихідному положенні, яке показано на кресленні, баба 1 займає крайнє верхнє положення, а нижня баба 11 - крайнє нижнє. Прямий холостий рух, який закінчується ударом, забезпечується подачею робочої рідини (машинне масло або водяна емульсія) в верхню порожнину привідного циліндра 6, із нижньої порожнини рідина подається до зливу. Прискорення руху баб буде визначатись по залежності

$$J = \frac{2F_n(p_p - p_z) - P_{тр}}{\sum_{i=1}^n M_i}, \quad (1)$$

де  $F_n$  - площа кільцевої поверхні поршня 5;

$p_p$  - тиск у робочій рідині;

$p_z$  - тиск зливу;

$P_{тр}$  - сила тертя в напрямних верхньої та нижньої баби та ущільненнях плунжерів;

$\sum_{i=1}^n M_i$  - сума мас рухомих частин 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11.

Процес прямого холостого руху закінчується ударом, після якого починається зворотний холостий рух, при якому верхня баба 1 рухається вгору, а нижня баба 11 - вниз. Такий рух забезпечується тим, що в нижню порожнину робочого циліндра 6 подається рідина високого тиску, а верхня порожнина 6 з'єднується зі зливом. Прискорення зворотного холостого руху визначається по залежності (1).

При зворотному холостому русі прискорення баб не може бути більше ніж прискорення вільного падіння, тому що для забезпечення нормальних умов роботи молота повинна задовольнятися умова нерозривності потоку рідини під центральним і боковими плунжерами яке описується рівнянням

$$f_{ц} V_{ц} = 2f_{б} V_{б}, \quad (2)$$

після вираження  $V_{ц}$  і  $V_{б}$  через прискорення одержимо

$$f_{ц} j_{н} t = 2f_{б} j_{в} t \quad (3)$$

підставив в нього  $V_{ц} = 2V_{б}$  отримаємо

$$j_{н} = j_{в}, \quad (4)$$

де  $V_{ц}$  - швидкість нижньої баби;

$V_{б}$  - швидкість верхньої баби;

$j_{н}$  - прискорення нижньої баби;

$j_{в}$  - прискорення верхньої баби;

$f_{ц}$  - площа поперечного перерізу центрального плунжеру;

$f_{б}$  - площа поперечного перерізу бокового плунжеру.

І так як при зворотному холостому русі нижня баба рухається вниз за рахунок сили тяжіння, її прискорення не може бути більше за прискорення вільного падіння, тобто

$$j_{н} \leq g, \quad (5)$$

де  $j_{н}$  - прискорення нижньої баби;

$g$  - прискорення вільного падіння.

З метою уникнення вакууму у гідравлічному баці 7 приймають

$$j_{н} \leq 0,9g. \quad (6)$$

На основі (1) та (5) визначимо площу кільцевої поверхні поршня 5 привідного циліндра 6

$$F_n \leq \frac{0,9g \sum_{i=1}^n M_i + P_{тр}}{2(p_p - p_z)}. \quad (7)$$

Приклад конкретного виконання.

Вихідні данні:

Сума мас верхньої баби, амортизаторів, перехідних плит, бокових плунжерів і поршнів дорівнює  $10^5$  кг.

Нижня баба, центральний амортизатор, центральна опорна плита та центральний плунжер мають таку саму масу  $10^5$  кг.

Швидкість руху кожної баби до удару  $v=3$  м/с.

Робочій тиск рідини у привідному циліндрі дорівнює 32 МПа.

Тиск рідини у зливній магістралі дорівнює 0,6 МПа.

Тиск рідини у гідравлічному баці при нерухомих бабах дорівнює 16 МПа.

Прискорення руху баб -  $j_{в}=j_{н}=0,9g$ .

Енергія удару молота буде дорівнювати

$$A = \frac{(M_{н} + M_{в})v}{2}, \quad (8)$$

після підстановки маємо

$$A = \frac{(10^5 + 10^5) \cdot 3^2}{2} = 9 \cdot 10^5 \text{ Дж}, \quad (9)$$

час прямого холостого руху до удару визначається по залежності

$$t = \frac{v}{j_{н}} = \frac{3}{0,9 \cdot 9,8} = 0,34 \text{ с}, \quad (10)$$

величина ходу кожної баби буде дорівнювати

$$S = \frac{j t^2}{2} = \frac{0,9 \cdot 9,8 \cdot 0,34^2}{2} = 0,51 \text{ м}. \quad (11)$$

Площу поперечного перерізу центрального плунжеру можна визначити із залежності

$$F_{ц} P_{б} = m_{н} g,$$

$$F_{ц} = \frac{m_{н} g}{P_{б}} = \frac{9,8 \cdot 10^5}{16 \cdot 10^6} = 0,06 \text{ м}^2, \quad (12)$$

площа поперечного перерізу кожного бокового плунжера дорівнює половині центрального, тобто

$$F_{б} = 0,03 \text{ м}^2, \quad (13)$$

діаметр бокового плунжеру буде дорівнювати

$$D_{б} = 2 \sqrt{\frac{F_{б}}{\pi}},$$

$$D_{б} = 2 \sqrt{\frac{0,03}{3,14}} = 0,195 \text{ м}, \quad (14)$$

Площа привідного бокового циліндра буде дорівнювати сумі площ бокового плунжеру і кільцевої поршня

$$F_{ц} = F_{н} + F_{б}, \quad (15)$$

після підстановки числових значень з урахуванням (7) і того що  $P_{тр}$  приймається рівним

0,1 від сили тяжіння рухомих частин отримаємо

$$F_{ц} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 0,9 \cdot 9,8 + 2 \cdot 10^5 \cdot 0,1 \cdot 9,8}{2(32 \cdot 10^6 - 0,6 \cdot 10^6)} + 0,03 = 0,061$$

м<sup>2</sup>, (16)

діаметр привідного циліндру буде дорівнювати

$$D_{ц} = 2\sqrt{\frac{F_n}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{0,061}{3,14}} = 0,279 \quad \text{м. (17)}$$

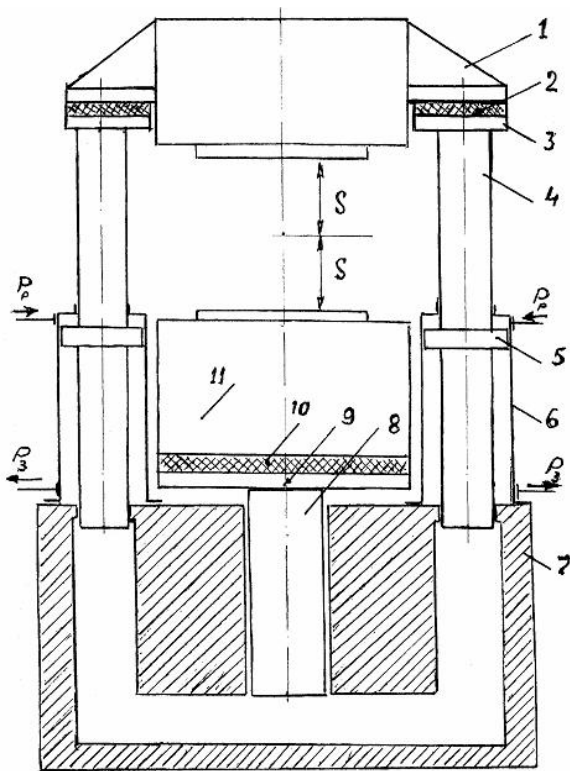
Середнє прискорення зворотного холостого руху приймається рівним 0,5 від прискорення прямого холостого руху, тобто 0,45g. Час зворотного холостого руху буде дорівнювати

$$t_3 = \sqrt{\frac{2s}{0,45g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,51}{0,45 \cdot 9,8}} = 0,48 \quad \text{с, (18)}$$

час подвійного руху:  $t = t_n + t_3 = 0,34 + 0,48 = 0,82$ ,  
кількість ударів за хвилину

$$n = \frac{60}{t} = \frac{60}{0,82} = 73$$

Економічний ефект досягається за рахунок зменшення висоти молота і розвантаження вузла нижнього амортизатора молота.



Фиг.