



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41181 (13) U
(51) МПК (2009)
B21J 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МОЛОТ БЕЗШАБОТНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ВЕРТИКАЛЬНИЙ

1

(21) u200814019

(22) 05.12.2008

(24) 12.05.2009

(46) 12.05.2009, Бюл.№ 9, 2009 р.

(72) РЕЙ АНТОН РОМАНОВИЧ, UA, РЕЙ МИРОСЛАВА РОМАНІВНА, UA

(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ, UA

(57) Молот безшаботний гідравлічний вертикальний, що містить верхню бабу з боковими амортизаторами, перехідними плитами і плунжерами, нижню бабу з центральним амортизатором, пере-

2

хідною плитою і плунжером та бак гідравлічного зв'язку верхньої та нижньої баб, який **відрізняється** тим, що на верхню поверхню бака гідравлічного зв'язку верхньої і нижньої баб, співвісно з боковими плунжерами, встановлені привідні гідравлічні циліндри однобічної дії, поршні яких закріплені на бокових плунжерах верхньої баби, на фундамент молота, симетрично до вертикальної осі нижньої баби, встановлені два привідних циліндри однобічної дії, плунжери яких взаємодіють з перехідною плитою нижньої баби.

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

Відомо безшаботний вертикальний гідравлічний молот, який містить 2 баби, які перемішуються одна на зустріч другій (Патент України на корисну модель № 30386 «Безшаботний вертикальний гідравлічний молот»).

Недолік даної конструкції - у зниженні надійності вузла гідрозв'язку верхньої і нижньої баб.

Прискорений холостий рух нижньої баби вгору забезпечується підвищенням тиску рідини в гідравлічному баці зв'язку верхньої і нижньої баб за допомогою гідравлічних циліндрів, встановлених на верхню поверхню гідробаку співвісно боковим плунжерам, на яких закріплені поршні приводу в рух верхньої баби. Таке підвищення тиску приводить до підвищення динамічних навантажень на вузли гідрозв'язку верхньої і нижньої баб та зниження надійності роботи молота у цілому.

Відомо безшаботний вертикальний молот, який містить верхню бабу з боковими штоками та плунжерами, нижню бабу з центральним плунжером, два привідних гідравлічних циліндра, які взаємодіють з перехідною плитою, на яку спирається нижня баба (Патент України на корисну модель №20851 «Безшаботний вертикальний молот»).

Недолік даної конструкції - у зниженні надійності вузла гідрозв'язку верхньої і нижньої баб, прискорений холостий рух верхньої баби вгору забезпечується підвищенням тиску рідини в

гідравлічному баці зв'язку верхньої і нижньої баб за допомогою гідравлічних циліндрів, штоки яких закріплені до нижньої перехідної плити і розташовані симетрично до вертикальної осі нижньої баби.

В основу корисної моделі покладено задачу удосконалення молота безшаботного гідравлічного вертикального шляхом того, що на верхню поверхню баку гідравлічного зв'язку верхньої і нижньої баб, співвісно з боковими плунжерами встановлені привідні гідравлічні циліндри однобічної дії, поршні яких закріплені на бокових плунжерах верхньої баби; на фундамент молота, симетрично до вертикальної осі нижньої баби встановлені два привідних циліндри однобічної дії, плунжери яких взаємодіють з перехідною плитою нижньої баби.

На кресленні Фіг.1-2 представлена принципова схема молота безшаботного вертикального гідравлічного, 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, гідравлічних провідних циліндрів однобічної дії зворотного холостого руху баб, які закріплені на верхній поверхні гідравлічного баку 7; нижню бабу 8, яка спирається на центральний амортизатор 9, який встановлений на нижню перехідну плиту 10, до якої прикріплені центральний плунжер 11 нижньої баби 8 і плунжери 12, привідних циліндрів 13 прямого холостого руху баб, які закріплені на фундаменті молота (на кресленні не позначено).

UA (19) 41181 (13) U

В статичному положенні баби нерухомі, що забезпечується рівністю площі поперечного перерізу центрального плунжера 11 і суми площ поперечних перерізів двох бокових плунжерів 4. Тиск рідини при нерухомих бабах визначається залежністю

$$P = \frac{gM_H}{S_H} = \frac{gM_B}{2S_B}, \quad (1)$$

де g - прискорення вільного падіння;

S_H, S_B - площі нижнього і бокових плунжерів;

M_H, M_B - маси нижньої і верхньої баб з прикріпленими до них деталями.

При проектуванні молота тиск рідини в баці 13 гідравлічного зв'язку руху баб задається, з рівняння (1) визначимо площі плунжерів:

нижнього $S_H = gM_H/P$, бокового $S_B = gM_B/(2P)$ (2)

і так як маси верхньої і нижньої баб однакові, то $S_H = 2S_B$.

Прямий холостий рух, який закінчується ударом, здійснюється з вихідного положення, що представлено на кресленні. Рівняння руху має вигляд

$$2P_P S_n = \gamma_P (M_H + M_B) + F_M + 2P_3 S_P, \quad (3)$$

р де P_P - робочий тиск рідини, яка подається з насосно-акумуляторної станції;

S_n - площа перерізу нижньої частини центрального плунжера 12, який знаходиться в нижньому привідному циліндрі 13;

γ_P - прискорення баб при прямому холостому русі;

F_M - сила тертя в напрямних баб і ущільненнях плунжерів;

P_3 - тиск зливу відпрацьованої рідини;

S_P - кільцева площа бокового привідного поршня 5, який знаходиться в боковому привідному циліндрі 6.

Не надаючи переваги ні прямому ні зворотному холостим рухам, задають однакові значення максимальних прискорень баб при прямому і зворотному холостих рухах, тобто

$$\gamma_P = \gamma_B, \quad (4)$$

що забезпечується умовою рівності площ нижнього привідного плунжера 12 і кільцевого поршня 5

$$S_n = S_P. \quad (5)$$

З урахуванням викладеного, площу перерізу нижнього привідного плунжера 12 можна визначити із рівняння (3) як

$$S_n = \frac{\gamma_P (M_H + M_B) + F_M}{2(P_P - P_3)}. \quad (6)$$

Прямий холостий рух забезпечується подачею робочої рідини високого тиску в нижні привідні циліндра 13, бокові привідні циліндри 6 з'єднуються зі зливним баком, тиск відпрацьованої рідини низький, його значення визначається тиском рідини в зливному баці насосно-акумуляторної станції при воду молота.

Нижня баба рухається вгору з прискоренням γ_P , тиск рідини в гідравлічному баці 7 буде визначатись як

$$P_H = \frac{M_H(g - \gamma_P)}{S_H}. \quad (7)$$

Порівнюючи значення тиску рідини в гідравлічному баці 7 при нерухомих бабах (1) з тиском при прямому холостому русі (7), знаходимо що тиск рідини в гідравлічному баці 7 зменшується на величину

$$\Delta P_H = \frac{gM_H - (g - \gamma_P)M_H}{S_H} = \frac{\gamma_P M_H}{S_H}. \quad (8)$$

Зниження тиску в гідравлічному баці 7 забезпечить підвищення надійності та довготривалості самого баку і ущільнювачів центрального і бокових плунжерів.

Енергія удару молота буде визначатись кінетичною енергією в кінці прямого холостого руху

$$Z = (M_H + M_B)V^2/2, \quad (9)$$

де V - швидкість баб в кінці прямого холостого руху.

Прямий холостий рух закінчується ударом, в процесі якого здійснюється штампування поковки.

Зворотний холостий рух починається після удару. Гідророзподільник (на кресленні не позначений) переключає нижні привідні циліндри 13 на злив, в бокові привідні циліндри 6 подає рідину під робочим (високим) тиском. На бокові поршні 5, плунжери 4 і верхню бабу 1 буде діяти спрямована вгору сила

$$P_1 = 2P_P S_P - F_M - 2P_3 S_n, \quad (10)$$

котра приводить до руху верхню бабу з прискоренням

$$\gamma_3 = \frac{P_1}{M_H + M_B}, \quad (11)$$

при цьому тиск рідини в гідравлічному баці 7 буде рівний

$$P_B = \frac{M_B(g - \gamma_3)}{2S_B}. \quad (12)$$

Зниження тиску рідини при зворотному холостому русі баб порівняно з тиском в статичному положенні (1) буде дорівнювати

$$\Delta P_B = \frac{gM_B}{2S_B} - \frac{(g - \gamma_3)M_B}{2S_B} = \frac{\gamma_3 M_B}{2S_B}. \quad (13)$$

Зниження тиску в гідравлічному баці 7 при зворотному холостому русі баб порівняно з тиском в статичному положенні, забезпечить підвищення надійності та довготривалості самого баку і ущільнювачів центрального і бокового плунжерів.

Після завершення зворотного холостого руху цикл повторюється.

Приклад конкретного виконання:

- маса баб і прикріплених до них деталей $M_H = M_B = 100000$ кг (100 т);

- максимальне переміщення кожної баби $H = 1,0$ м;

- швидкість баб при ударі $V = 3$ м/с;

- тиск робочої рідини $P_P = 32,0$ МПа;

- тиск відпрацьованої рідини при злив $P_3 = 0,6$ МПа;

- тиск рідини в гідравлічному баці зв'язку верхньої і нижньої баб при нерухомих бабах (статичний тиск) $P_{CT} = 32,0$ МПа.

Енергія удару безшаботного молота розраховується за залежністю (9) і після підстановки вихідних даних в (9) одержимо

$$Z = (10^5 + 10^5) \frac{3^2}{2} = 9 \cdot 10^5 \text{ Дж (900 кДж)}.$$

При відомих величині швидкості баби в момент удару $V=3\text{ м/с}$ і максимального переміщення $H=1,0\text{ м}$ прискорення руху баби при прямому холостому русі, який закінчується ударом, визначиться по залежності

$$\gamma_{\Pi} = \frac{V^2}{2H}; \quad \gamma_{\Pi} = \frac{3^2}{2 \cdot 1,0} = 4,5 \text{ м/с}^2.$$

Час прямого холостого руху баб буде дорівнювати

$$t_H = \frac{V}{\gamma_H}, \quad t_H = \frac{3}{4,5} = 0,67 \text{ с}.$$

Площа перерізу нижнього привідного плунжера 13 визначиться по (6) прийнявши силу тертя в направляючих баб і ущільненнях циліндрів рівною 10% від сили тяжіння баб

$$S_{\Pi} = \frac{4,5 \cdot 2 \cdot 10^5 + 0,1 \cdot 9,8 \cdot 2 \cdot 10^5}{2(32 \cdot 10^6 - 0,6 \cdot 10^6)} = 0,0175 \text{ м}^2,$$

діаметр нижнього провідного плунжера 13 буде дорівнювати

$$d_H = \sqrt{\frac{4S_H}{\pi}}, \quad d_H = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0175}{3,14}} = 0,15 \text{ м}.$$

Площа перерізу центрального плунжера 11 вузла зв'язку баб визначиться по (2)

$$S_H = \frac{9,8 \cdot 10^5}{32 \cdot 10^6} = 0,031 \text{ м}^2,$$

а його діаметр

$$d_H = \sqrt{\frac{4S_H}{\pi}}, \quad d_H = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,031}{3,14}} = 0,2 \text{ м}.$$

Площа перерізу бокового плунжера 4 з урахуванням (2) визначиться як

$$S_B = 0,5S_H, \quad S_B = 0,5 \cdot 0,031 = 0,0155 \text{ м}^2,$$

а його діаметр

$$d_B = \sqrt{\frac{4S_B}{\pi}}, \quad d_B = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0155}{3,14}} = 0,14 \text{ м}.$$

Площа перерізу поршня 5 приводу молота на зворотний холостий рух визначиться як сума його кільцевої площі S_P і площі S_B бокового плунжера 4, тобто

$$S_{\Pi P} = S_P + S_B, \quad S_{\Pi P} = 0,0155 + 0,0175 = 0,033 \text{ м}^2,$$

діаметр поршня 5 визначається як

$$\gamma_{3,2} = \frac{2 \cdot 0,0175(32 \cdot 10^6 - 0,6 \cdot 10^6) + 0,1 \cdot 9,8 \cdot 2 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^5} = 6,5 \text{ м/с}^2,$$

зниження тиску рідини в гідравлічному баці 7 під час гальмування визначиться по (13) як

$$\Delta P_B = \frac{\gamma_{3,2} M_B}{2S_B},$$

$$\Delta P_B = \frac{6,5 \cdot 10^5}{0,035} = 18,5 \cdot 10^6 \text{ Па (18,5 МПа)}.$$

Режим гальмування руху баб буде продовжуватись до зниження їх швидкостей до нуля, що відповідає умові

$$V_{3,1} - \gamma_{3,2} t_{3,2} = 0. \quad (15)$$

$$d_{\Pi P} = \sqrt{\frac{4S_{\Pi P}}{\pi}}, \quad d_{\Pi P} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,033}{3,14}} = 0,21 \text{ м}.$$

Зниження тиску рідини в гідравлічному баці 7 при прямому холостому русі визначиться по (8)

$$\Delta P = \frac{\gamma_{\Pi} M_H}{S_H},$$

$$\Delta P_{\Pi} = \frac{4,5 \cdot 10^5}{0,031} = 14,5 \cdot 10^6 \text{ Па (14,5 МПа)}.$$

Тиск рідини в гідравлічному баці 7 при прямому холостому русі баб буде рівний

$$P_{\Pi} = P - \Delta P_{\Pi}, \quad P_{\Pi} = 32 \cdot 10^6 - 14,5 \cdot 10^6 = 17,5 \cdot 10^6 \text{ Па (17,5 МПа)}.$$

Зворотний холостий рух баб забезпечується подачею робочої рідини високого тиску (32 МПа) в бокові циліндри 6, нижні привідні циліндри 13 з'єднуються із зливною магістраллю, такий режим підтримується поки баби не пройдуть відстань рівну 0,55 м, цей період характеризується прискоренням рухом нижньої баби вниз, верхньої вгору. З урахуванням (4), (5) прискорення руху буде таким же як і при прямому холостому русі, $\gamma_{3,1} = 4,5 \text{ м/с}^2$. Зниження тиску рідини в баці 7 буде таким же як і при прямому холостому русі. Рух баб буде продовжуватись протягом часу, який визначається залежністю

$$t_{3,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,55}{\gamma_{3,1}}}, \quad t_{3,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,55 \cdot 1,0}{4,5}} = 0,49 \text{ с},$$

за цей час баби набудуть швидкість рівну

$$V_{3,1} = \gamma_{3,1} t_{3,1}, \quad V_{3,1} = 4,5 \cdot 0,49 = 2,2 \text{ м/с}.$$

Для зупинки баб в вихідних (крайніх) положеннях гідравлічний розподільувач відключає циліндри 5 від магістралі високого тиску і з'єднує їх зі зливом, а нижні привідні циліндри 13 відключає від зливної магістралі і з'єднує їх з магістраллю високого тиску.

Прискорення руху баб при гальмуванні визначається залежністю

$$\gamma_{3,2} = \frac{2S_{\Pi}(P_P - P_3) + F_{TP}}{M_H + M_B} \quad (14)$$

і після підстановки числових значень в (14) прискорення руху баб при гальмуванні буде дорівнювати

Із (15) визначимо час руху при гальмуванні

$$t_{3,2} = \frac{V_{3,1}}{\gamma_{3,2}}, \quad t_{3,2} = \frac{2,2}{6,5} = 0,34 \text{ с}.$$

Величина ходу кожної баби за час гальмування визначиться по залежності

$$H_{3,2} = 2,2 \cdot 0,34 - \frac{6,5 \cdot 0,34^2}{2} = 0,37 \text{ м}.$$

Переміщення кожної баби при зворотному холостому русі являється сумою переміщень на етапах прискореного руху і гальмування

$$H_3 = 0,55H + H_{3,2}, H_3 = 0,55 + 0,37 = 0,92\text{м.}$$

Час зворотного холостого руху баб буде визначений як сума часу прискорення і гальмування
 $t_3 = t_{3,1} + t_{3,2}, t_3 = 0,49 + 0,34 = 0,83\text{с.}$

Час подвійних ходів баб молота буде дорівнювати

$$T = t_H + t_3, T = 0,67 + 0,83 = 1,5\text{с.}$$

Число подвійних ходів баб молота за хвилину в автоматичному режимі складе величину

$$N = 60/T, N = 60/1,5 = 40\text{ход/хв.}$$

Економічний ефект досягається за рахунок підвищення надійності і довговічності гідравлічного бака і ущільнень бокових та центрального плунжерів внаслідок зниження тиску рідини в гідравлічному баці як при прямих так і при зворотних ходах баб порівняно зі статичним тиском.

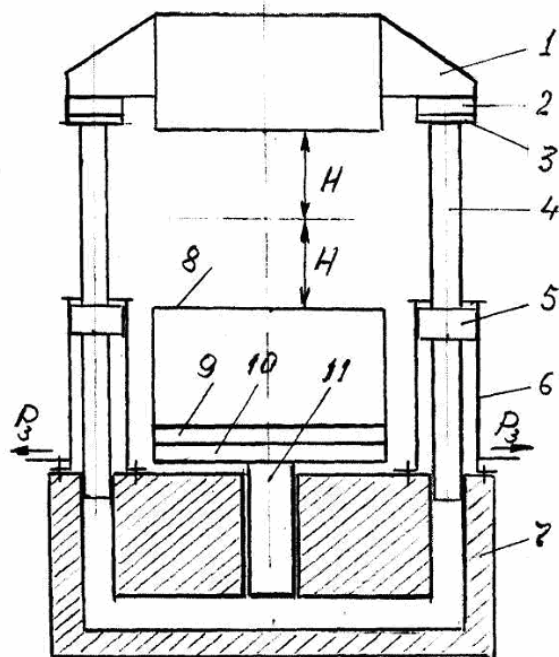


Fig. 1

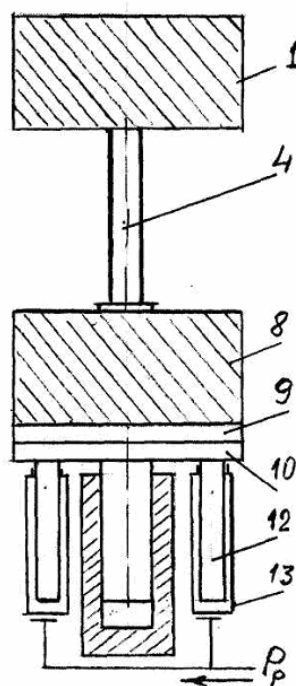


Fig. 2