



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19623 (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

(21) u200607886

(22) 14.07.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Монятовський 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 і плунжерами, нижню бабу з центральним штоком і плунжером, гідробак з розташованими у ньому боковими і центральним плунжерами та установлений співвісно центральному штоку привідний циліндр, який відрізняється тим, що шток привідного циліндра і

2

центральный плунжер, який взаємодіє з центральним штоком, виконано як одне ціле у вигляді ступінчастого вала таким чином, що діаметр центрального плунжера більший за діаметр штока привідного циліндра, причому відношення кільцевої площі центрального і сумарної площі бокових плунжерів дорівнює відношенню мас нижньої і верхньої баби:

$$\frac{F_{\text{ц}}}{2F_{\text{б}}} = \frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{в}}},$$

де $F_{\text{ц}}$ - кільцева площа центрального плунжера; $2F_{\text{б}}$ - сумарна площа бокових плунжерів; $M_{\text{н}}$, $M_{\text{в}}$ - маса нижньої і верхньої баби.

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

Відомо молот із двобічним ударом, який містить дві баби, встановлені у направляючих станини, які переміщуються одна назустріч іншій [див. а.с. СРСР №463291 МПК В21І7/28, бюл. №9, 1975].

Недолік відомого молота - у зниженій надійності внаслідок того, що зворотний холостий рух - некеруємий, завдяки тому, що поворотні циліндри нижньої та верхньої баб постійно сполучені із гідроаккумулятором, що дозволяє зробити зупинку баб у крайніх положеннях за рахунок їх гальмування при ударі верхньої баби по станині, а нижньої по штоку привода.

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

Недолік відомої конструкції - у зниженій надійності, внаслідок частих поломок штока у зоні галтелі.

Зниження надійності роботи молота впливає

з того, що розгін нижньої баби на удар утворюється шляхом підвищення тиску рідини у гідробаці боковими плунжерами, на котрі діє верхня баба, яка приводиться до руху приводним циліндром, а при ударі на цій підвищений рівень тиску рідини у гідробаці, накладається тиск рідини, який виникає внаслідок гальмування бокових штоків. Дослідження, які виконані у ВНІІМЕТМАШ засвідчують [див.: Отчет по научной работе ВНИИМЕТМАШ, тема №34009122 «Теоретические и экспериментальные исследования и разработка предложенной по совершенствованию конструкции бесшаботного молота с энергией удара 150тм, №80064646. - 1998], що при статичному тиску у гідробаці, який дорівнює 100атм, тиск на дільниці розгону підвищується до 150атм, а після удару - до 320...400атм. Таке підвищення тиску приводить до підвищення динамічних навантажень на вузли гідрозв'язку та знижує надійність роботи молота у цілому.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення безшаботного вертикального молота шляхом того, що шток привідного циліндра і центральний плунжер, який взаємодіє з центральним штоком, виконано як одне ціле, що приведе до підвищення надійності молота шляхом зниження динамічних навантажень на вузли і деталі.

Поставлена задача досягається тим, що в

(19) UA (11) 19623 (13) U

безшаботному вертикальному молоті, що містить верхню бабу з боковими штоками і плунжерами, нижню бабу з центральним штоком і плунжером, гідробак з розташованими у ньому боковими і центральним плунжерами та установлений співвісно центральному штоку приводний циліндр, згідно корисної моделі, шток приводного циліндра і центральний плунжер, який взаємодіє з центральним штоком, виконано як одне ціле у вигляді ступінчатого вала таким чином, що діаметр центрального плунжера більший за діаметр штока приводного циліндра, причому відношення кільцевої площі центрального і сумарної площі бокових плунжерів дорівнює відношенню мас нижньої і верхньої баби

$$\frac{F_{\text{ц}}}{2F_{\text{б}}} = \frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{в}}}, \text{ де}$$

$F_{\text{ц}}$ - кільцева площа центрального плунжера;
 $2F_{\text{б}}$ - сумарна площа бокових плунжерів;
 $M_{\text{н}}, M_{\text{в}}$ - маса нижньої і верхньої баби.

На кресленні представлена принципова схема безшаботного вертикального молота, який містить верхню бабу 1, яка спирається на бокові штоки 2, нижні кінці яких взаємодіють з боковими плунжерами 3, що розташовані у гідробаці 4. У центральній частині гідробака 4 розташовано центральний плунжер 5, який взаємодіє з центральним штоком 6, на верхньому торці якого встановлена нижня баба 7. Центральний шток 8 приводного циліндра 9 і центральний плунжер 5 виконано як одне ціле у вигляді ступінчатого вала. На штоці 8 приводного циліндра 9 закріплено поршень 10.

Безшаботний вертикальний молот працює наступним чином.

У вихідному положенні, котре відповідає кресленню, баби 1 та 7 нерухомі. Це досягається тим, що верхня баба 1 за допомогою бокових штоків 2 і плунжерів 3 (площа кожного $F_{\text{б}}$), а нижня баба 7 за допомогою центрального штока 6 і центрального плунжера 5, діаметр якого більший за діаметр штока 8 приводного циліндра 9, а кільцева площа дорівнює $F_{\text{ц}}$, утворюють у рідині гідробака 4 однаковий тиск, який дорівнює

$$P_{\text{ж}} = \frac{gM_{\text{в}}}{2F_{\text{б}}} = \frac{gM_{\text{н}}}{F_{\text{ц}}}, \quad (1)$$

де g – прискорення вільного падіння;
 $M_{\text{в}}, M_{\text{н}}$ - маса верхньої 1 і нижньої 7 баби.

Із (1) випливає, що верхня 1 і нижня 7 баби при відсутності зовнішніх збурювань знаходяться у спокої при умові

$$\frac{F_{\text{ц}}}{2F_{\text{б}}} = \frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{в}}}. \quad (2)$$

тобто, що відношення площин кільцевої центрального 5 і сумарної бокових плунжерів 3 дорівнює відношенню мас нижньої 7 і верхньої 1 баби.

Прямий холостий рух, котрий закінчується ударом, здійснюється з вихідного положення, що представлено на кресленні. Рідина із гідророзподільника (на кресленні не показаний) під робочим тиском подається до нижньої (поршневої) порожнини приводного циліндра 9, із кільцевої порожнини цього циліндра рідина подається до зливу. На шток 8 приводного циліндра 10 діє зусилля, що

має напрямок уверх

$$P_{\text{в}} = P_{\text{р}} \cdot F_{\text{п}} - P_{\text{с}} F_{\text{к}}, \quad (3)$$

де $P_{\text{р}}, P_{\text{с}}$ - тиск робочої і зливної магістралі;

$F_{\text{п}}, F_{\text{к}}$ - повна і кільцева площі поршня 10.

Нижня баба 7 починає прискорений рух уверх, при цьому центральний плунжер 5 підіймається уверх, визволяючи у гідробаці 4 об'єм, який дорівнює добутку кільцевої площі $F_{\text{ц}}$ до висоти підйому, підкоряючись умові нерозриву течії, бокові плунжери 3 опускаються, компенсуючи цей об'єм.

Прискорення руху нижньої баби 7 дорівнює

$$j_{\text{в}} = \frac{P_{\text{в}}}{M_{\text{н}} + M_{\text{в}}} \frac{F_{\text{ц}}}{2F_{\text{б}}}, \quad (4)$$

при цьому у гідробаці 4 тиск рідини

$$P_{\text{жв}} = \frac{M_{\text{н}} \cdot j_{\text{в}}}{F_{\text{ц}}}. \quad (5)$$

Закінчується прямий холостий рух ударом, у процесі якого здійснюється штампування поковки.

Зворотний холостий рух починається після удару, повернення баб 1 та 7 у вихідне положення здійснюється наступним чином. Гідророзподільник (не показаний) переключає нижню (поршневу) порожнину приводного циліндра 9 до зливу, а у верхню (штокову) порожнину подає рідину під робочим тиском. На шток 8 і взаємодіючий з ним центральний шток 6 та нижню бабу 7 діє спрямоване униз зусилля,

$$P_{\text{н}} = P_{\text{р}} \cdot F_{\text{к}} - P_{\text{с}} F_{\text{п}}, \quad (6)$$

котре приводить у рух нижню бабу 7 з прискоренням

$$j_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{M_{\text{н}} + M_{\text{в}}} \frac{F_{\text{ц}}}{2F_{\text{б}}}, \quad (7)$$

при цьому тиск рідини у гідробаці 4 дорівнює:

$$P_{\text{жн}} = \frac{M_{\text{н}} \cdot j_{\text{н}}}{F_{\text{ц}}}. \quad (8)$$

і тому, що цей тиск вище статичного, сила від його дії на бокові плунжери 3 більша сили ваги верхньої баби 1, вона прискорено рухається уверх. Кінець поверненого холостого руху здійснюється у залежності від режиму роботи молота. Коли у кінці руху виконується зупинка баб 1 та 7 з послідовним утриманням на вазі, гідророзподільник (не показаний) переключає нижню (поршневу) порожнину приводного циліндра 9 до зливу, коли молот працює у режимі автоматичних послідовних ударів - верхня (штокова) порожнина переключається до зливу, а нижня (поршнева) переключається під робочий тиск.

Після виконання зворотного холостого руху цикл повторюється.

Приклад конкретного виконання.

Вихідні дані для розрахунку:

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

Верхня і нижня баби рівняються по масі $M_{\text{в}}=M_{\text{н}}$

Швидкість кожної баби до удару $V_{\text{г}}=3 \text{ м/с}$

Робочий тиск рідини на приводному циліндрі $P_{\text{р}}=320 \text{ атм} (32 \text{ МПа})$

Тиск рідини у зливній магістралі $P_{\text{с}}=6 \text{ атм} (6 \text{ МПа})$

Тиск рідини у гідробаці при нерухомих бабах

(статичний тиск) $P_{ж}=100\text{атм}$ (10МПа).

Рух кожної баби $H=1,0\text{м}$.

Енергія удара безшаботного молота визначається за залежністю

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

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

$$M_H = M_B = \frac{z}{V^2}$$

після підстановки

$$M_H = M_B = \frac{1,5 \cdot 10^6}{9} = 1,7 \cdot 10^5 \text{ кг (170т)}.$$

Сумарна площа бокових плунжерів визначається з урахуванням (1) як

$$2F_6 = \frac{M_B g}{P_{ж}} = \frac{1,7 \cdot 10^5 \cdot 9,8}{1 \cdot 10^7} = 0,17 \text{ м}^2.$$

Кільцева площа центрального плунжера дорівнює сумарній площі бокових плунжерів, тобто $F_ц=0,17\text{м}^2$.

Діаметр кожного бокового плунжера

$$d_6 = \sqrt{\frac{2F_6}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,17 \cdot 2}{3,14}} = 0,329 \text{ м}.$$

Ураховуючи, що рух кожної баби $H=1\text{м}$, а швидкість до удару $V_y=3\text{м/с}$, прискорення нижньої баби при русі вверх буде рівнятися

$$j_B = \frac{V^2}{2H} = \frac{3^2}{2 \cdot 1} = 4,5 \text{ м/с}^2.$$

Для забезпечення руху з отриманим прискоренням приводний циліндр розвиває зусилля у відповідності з (4)

$$P_B = j_B \left(M_H + M_B \frac{F_ц}{2F_6} \right) = 4,5 \cdot \left(1,7 \cdot 10^5 + 1,7 \cdot 10^5 \frac{0,17}{0,17} \right) = 15,3 \cdot 10^5 \text{ Н}.$$

Враховуючи, що прискорення руху баб при зворотному русі у 2 рази менше за прискорення прямого руху, приймаємо конструктивно, що кільцева площа поршню приводного циліндра у два рази менша повної площі і з урахуванням (3) визначаємо повну площу поршня як

$$F_п = \frac{P_B}{P_p - 0,5 \cdot P_c},$$

і після підстановки отримаємо чисельне значення повної площі поршня

$$F_п = \frac{15,3 \cdot 10^5}{32 \cdot 10^6 - 0,5 \cdot 0,6 \cdot 10^6} = 0,048 \text{ м}^2,$$

діаметр поршню

$$d_п = \sqrt{\frac{4F_п}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,048}{3,14}} = 0,247 \text{ м}.$$

Діаметр штока визначається з урахуванням того, що кільцева площа поршня дорівнює половині його повної площі, тобто

$$d_п = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,5 F_п}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,5 \cdot 0,048}{3,14}} = 0,175 \text{ м}.$$

Враховуючи, що повна площа центрального плунжера складається із кільцевої площі $F_ц$ і площі штока, тобто

$$\frac{\pi d_ц^2}{4} = F_ц + \frac{\pi d_ш^2}{4},$$

знаходимо діаметр центрального плунжера як

$$d_ц = \sqrt{\frac{4F_ц}{\pi} + d_ш^2},$$

після підстановки отримуємо

$$d_ц = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,17}{3,14} + 0,175^2} = 0,497 \text{ м}.$$

Тиск рідини у гідроаці при зворотному холостому русі визначаємо за залежністю (8)

$$P_{жн} = \frac{1,7 \cdot 10^5 (4,8 + 2,25)}{0,17} = 12,5 \cdot 10^6 \text{ Па } (2,05 \text{ МПа})$$

Тиск рідини у гідроаці при прямому холостому русі (рух на удар) визначаємо за залежністю (5)

$$P_{жн} = \frac{1,7 \cdot 10^5 (4,8 - 4,5)}{0,17} = 5,3 \cdot 10^6 \text{ Па } (0,3 \text{ МПа})$$

Час прямого холостого руху визначаємо

$$t_{пх} = \sqrt{\frac{2H}{j_B}} = \sqrt{\frac{2}{4,5}} = 0,67 \text{ с}.$$

Час зворотного холостого руху

$$t_{зх} = \sqrt{\frac{2H}{j_H}} = \sqrt{\frac{2}{2,25}} = 0,94 \text{ с}.$$

Час подвійного руху

$$T = t_{пх} + t_{зх} = 0,67 + 0,94 = 1,61 \text{ с}.$$

Кількість ударів у хвилину

$$n = \frac{60}{T} = \frac{60}{1,61} = 37.$$

Економічний ефект досягається за рахунок підвищення довговічності верхньої баби і вузла гідрозв'язку.

