



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11782 (13) U  
(51) МПК (2006)  
B30B 15/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) КОМПЕНСАТОР ПОХИБОК НАПРЯМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПОВЗУНА ПРЕСА

1

2

(21) u200505677

(22) 13.06.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Діамантопуло Костянтин Костянтинович, Ку-хар Володимир Валентинович, Єрмолов Дмитро Володимирович

(73) Приазовський державний технічний університет

(57) Компенсатор похибок напрямку переміщення повзуна преса, що містить опорні поверхні для контакту з опорними поверхнями повзуна та верхньої плити штампа та виконаний у вигляді пружної пластини змінної жорсткості, змінюваної вздовж ширини і висоти, який відрізняється тим, що більш жорстка сторона обернена до внутрішніх сторін повзуна та верхньої плити штампа, а його розміри визначають із співвідношення:

$$\frac{\Delta}{h} = \frac{P}{E(1+\mu \cdot \Phi^2) \cdot F},$$

де  $P$  - технологічне зусилля виконуваної операції, Н;

$E$  - конструктивний модуль пружності пластини компенсатора, МПа;

$F$  - площа опорної поверхні компенсатора,  $m^2$ ;

$\mu$  - коефіцієнт тертя змащених поверхонь;

$\Phi = F / F_{бок}$  - коефіцієнт форми компенсатора;

$F_{бок}$  - площа вільної бічної поверхні компенсатора разом із бічною поверхнею отворів,  $m^2$ ;

$h$  - початкова висота пружної пластини компенсатора, мм;

$\Delta = (h - h_k)$  - необхідна для досягнення рівня технологічного зусилля абсолютна деформація (мм) компенсатора по висоті, яка не перевищує 20-30% висоти компенсатора, але перевищує пружну деформацію станини при навантаженні її технологічним зусиллям;

$h_k$  - кінцева висота компенсатора при навантаженні технологічним зусиллям, мм.

Корисна модель відноситься до допоміжного штампувального устаткування і може бути використана, зокрема, на кривошипних пресах з відкритою станиною.

Відомим пристроєм такого типу є плаваючий хвостовик (ГОСТ 16119-71), що сферичною поверхнею спирається на під'ятник, що контактує з верхньою плитою, і кріпиться до верхньої плити штампа фланцем.

При експлуатації такого плаваючого хвостовика відбувається ковзання під'ятника, при цьому сили тертя настільки великі, що приводять до вигину й інтенсивного зношування направляючих колонок і втулок штампа.

Відоме кріплення верхньої плити штампа через плаваючий вузол, що переміщується, до повзуна прес-автомата типу ПА-10, який містить опорну плиту, що переміщується, компенсуючи перекося, по сфері підкладної плити, яка несе плиту, з'єднану з верхньою і нижньою плитами через сепаратори з тілами кочення, що компенсують переміщення в горизонтальній площині [Спра-

вочник конструктора штампов: Листовая штамповка / Под общ. ред. Л.И. Рудмана. - М.: Машиностроение, 1988. - 496с., рис.15].

Вузол містить (разом із проміжними) шість плит, є досить металоємним, складним кінематичне та вимагає великої висоти штампового простору, що обмежує технологічні можливості устаткування і звужує діапазон їхнього застосування.

Відомий вузол кріплення штампів до повзуна преса по [А. с. СССР №668744, МКИ 6B21D37/00], який містить хвостовик вузла з двома опорними поверхнями у вигляді сфер із під'ятником, закріплений за допомогою спеціальної гайки у верхній плиті з вертикальним зазором (до 0,03мм) між сферами.

Використання у вузлі кріплення штампів до повзуна трьох плит, скріплених між собою через плоскі сепаратори з кульками, визначає складність конструкції і значні розміри по висоті. Виготовлення таких вузлів кріплення вимагає високоточних квалітетів і високоміцних матеріалів, що не гарантує від швидкого виходу з ладу компенсаційного

(13) U

(11) 11782

(19) UA

вузла через деформування доріжок кочення, обумовленого великими контактними напруженнями.

Найбільш близьким до технічного рішення, яке заявляється, за результатом, що досягають, є компенсатор похибок напрямку переміщення повзуна преса [Патент: International Publication Number WO 91/00174, International Application Number PCT/SE90/00440 від 20.06.90 Method and device for compensating the deformation of the frame in an excenter press "Спосіб та пристрій компенсації деформації станини ексцентрикового преса"], що прийнятий за прототип, який містить опорні поверхні та виконаний у вигляді пружної пластини перемінної по ширині жорсткості, встановлений між опорними поверхнями повзуна і верхньої плити штампа.

При роботі преса опорні поверхні компенсатора та повзуна і верхньої плити штампу періодично контактують між собою, тому що компенсатор у вигляді пластини вільно покладений на поверхню верхньої плити та не скріплений із повзуном (у верхньому положенні повзуна його опорна поверхня відстоїть на певну відстань від опорної поверхні верхньої плити). При виникненні технологічного зусилля станина нерівномірно деформується та розкривається, що утворює певний кут перекосу між вертикальною віссю та віссю повзуна. При цьому компенсатор деформується по висоті під дією перекошеної опорної поверхні повзуна та передає зусилля на верхню плиту штампа.

Компенсатор у вигляді пружної пластини позбавлений таких недоліків аналогів, як велика висота, складність і ненадійність конструкцій, однак запропонована прототипом конструкція зовсім не відповідає схемі навантаження пресу. За прототипом жорсткість компенсатора по ширині пропорційно зменшується із наближенням до станини, тобто у напрямку збільшення величини кута перекосу між віссю повзуна та вертикальною віссю преса, приводячи до зменшення (а не зростання) опору компенсатора у площинах скорочення відстані між опорними поверхнями верхньої плити штампа та повзуна. Тобто компенсатор обернений менш жорсткою стороною до станини, а більш жорсткою стороною - зовні. Це сприяє його перекосам від технологічного навантаження, які передаються на верхню плиту штампового блоку та станину. Така конструкція є неефективною, а її експлуатація приводить до підвищеного зносу направляючих колонок штампа і робочого інструменту, суттєвих перекосів у системі "прес-штамп" та поломок пуансонів і прес-штемпелів. Це істотно звужує технологічні можливості компенсатора і коло їх застосування.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлена задача удосконалити конструкцію компенсатора похибок напрямку переміщення повзуна преса, в якому, за рахунок зміни його конструктивних параметрів, досягають зменшення похибок повзуна, зменшення величини кутів перекосів осі повзуна відносно вертикальної осі пресу та скорочення деформацій у системі "прес-штамп", покращуючи умови роботи штампів та деформуючого інструменту.

Для розв'язання поставленої задачі в основу корисної моделі покладена конструкція компенсатора похибок напрямку повзуна преса, що містить опорні поверхні для контакту з опорними поверхнями повзуна та верхньої плити штампа, який виконаний у вигляді пружної пластини змінної вздовж ширини і висоти жорсткості, та у якому, відповідно за корисною моделлю, більш жорстка сторона обернена до внутрішніх сторін повзуна та верхньої плити штампа, а його розміри визначають із співвідношення:

$$\frac{\Delta}{h} = \frac{P}{E(1+\mu \cdot \Phi^2) \cdot F},$$

де  $P$  - технологічне зусилля виконуваної операції, Н;

$E$  - конструктивний модуль пружності пластини компенсатора, МПа;

$F$  - площа опорної поверхні компенсатора,  $\text{м}^2$ ;

$\mu$  - коефіцієнт тертя змащених поверхонь;

$\Phi = F/F_{\text{бок}}$  - коефіцієнт форми компенсатора;

$F_{\text{бок}}$  - площа вільної бічної поверхні компенсатора разом із бічною поверхнею отворів,  $\text{м}^2$ ;

$h$  - початкова висота пружної пластини компенсатора, мм;

$\Delta = (h - h_k)$  - необхідна для досягнення рівня технологічного зусилля абсолютна деформація (мм) компенсатора по висоті, яка не перевищує 20-30% висоти компенсатора, але перевищує пружну деформацію станини при навантаженні її технологічним зусиллям, тут  $h_k$  - кінцева висота компенсатора при навантаженні технологічним зусиллям, мм.

Суттєвість ознаки обернення компенсатора більш жорсткою стороною до станини полягає в тому, що похибки у системі "прес-штамп" (тобто кути перекосу між віссю повзуна та вертикальною віссю преса), які виникають при розкритті станини, компенсуються нерівномірним стиском пружної пластини компенсатора, а похибки переміщення повзуна в горизонтальній площині компенсуються пружними властивостями матеріалу пластини та її ковзанням щодо опорних поверхонь штампа і повзуна. Низький коефіцієнт тертя при цьому, тобто мінімізація бічних навантажень на верхню плиту штампа, може бути додатково забезпечена видавлюванням консистентного мастила із виконаних у пластині і заповнених мастилом отворів, що будуть зменшувати свій обсяг при стиску компенсатора.

Нерівномірне розташування отворів по ширині пластини компенсатора забезпечує потрібну нерівномірну жорсткість конструкції по ширині та висоті. Тобто перемінної жорсткості вздовж ширини пластини досягають шляхом виконання в ній визначеної кількості отворів із перемінним у кожному напрямку кроком. Розрахунок кількості отворів і їхнього розташування проводять після визначення кутової і вертикальної жорсткості станини преса при заданих умовах навантаження, що імітують технологічне зусилля.

Підбір розмірів за запропонованою формулою базується на визначенні опорної площі (виходячи з площ опорної поверхні повзуна чи верхньої плити штампа без площі виконаних отворів) та бічної площі, а також висоти, величини абсолютної

деформації стискання пластини компенсатора, що, в свою чергу, залежить від матеріалу компенсатора, який врахований таким параметром, як конструктивний модуль пружності компенсатора. Суттєвість підбирання кількості та кроку розташування отворів по ширині полягає у можливості враховувати характеристики матеріалу компенсатора виходячи із потрібної висотної нерівномірності стискання компенсатора по ширині.

Конструкція компенсатора пояснюється кресленням (фiг.), де показаний загальний вигляд компенсатора, який виконаний із пружної пластини 1, містить опорні поверхні (2 та 3) та отвори 4, котрі забезпечують змінну вздовж ширини і висоти жорсткість компенсатора, при чому 5 - вісь компенсатора, вздовж якої змінюється жорсткість.

A, B та h - довжина, ширина та висота пластини компенсатора відповідно;

$\varnothing D$  та  $\varnothing d$  - діаметр вирізу у пластині компенсатора та діаметр отворів компенсатора, які виконують для забезпечення його змінної жорсткості;

n - кількість отворів компенсатора;

A<sub>1</sub> та B<sub>2</sub> - розміри кутових скосів по довжині та ширині компенсатора;

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> та b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub>, b<sub>5</sub> - відстані між осями отворів по довжині та ширині, що забезпечують змінну жорсткість компенсатора.

Компенсатор працює наступним чином:

При робочому ході повзуна преса (наприклад, моделі КА 1739), у момент виникнення технологічного зусилля, сила стиснення передається на компенсатор, що виконаний, наприклад, із поліуретанової пластини марки СКУ-ПФЛ-100. Ця ж сила пружно розтискає С-образну станину преса. Повзун, разом із станиною, переміщається у вертикальному напрямку, що приводить до деякого його розвороту навколо вертикальної та горизонтальної осей. При відсутності компенсатора вісь пуансона і матриці викривляється, що призводить до порушення нормального зазору та ушкодженню кромок штампа що ріжуть. Крім того, стовпчики і втулки піддаються інтенсивному однобічному зносу. Компенсатор, при технологічному зусиллі, нерівномірно деформується по висоті під дією перекошеної опорної поверхні повзуна і сковзає щодо її, вибираючи погіршеності системи «прес-штамп». Зусилля на верхню плиту штампа передається без перекосів. При цьому забезпечується, щоб найбільша висотна деформація компенсатора не перевищувала 20-30%.

При виготовленні компенсатора для преса КА 1739 (8 МН), що встановлений у цеху рейкових скріплень ВАТ "Азовсталь" на операції пробивання пазу у підкладах Р50, Р65, Р75, був обраний матеріал для пластини - поліуретан СКУ-ПФЛ-100 (E=59МПа). Зусилля операції пробивання пазу -

P=1,9МН. Пружна деформація станини при такому зусиллі - 0,94мм. При досягненні пресом зусиль, близьких до номінального, деформація станини склала 3,77мм, що потребує брати висоту компенсатора із запасом.

Абсолютна деформація пластини компенсатора по висоті повинна бути більшою за пружну деформацію станини преса. Тобто завдаємося величиною  $\Delta=4,5$ мм. Тоді висота пластини може бути знайдена як  $h=\Delta/0,25=4,5/0,25=18$ мм.

Довжина і ширина пластини компенсатора обирається такою, як довжина та ширина опорних поверхонь верхньої плити штампа та повзуна преса, тобто A=500мм (0,5м) та B=400мм (0,4м). Змінну по висоті та ширині компенсатора жорсткість забезпечували перфорацією пластини отворами діаметром  $\varnothing 30$ мм. Кількість отворів - n=40шт. Коефіцієнт тертя між поліуретановою пластиною і сталеною поверхнею плити штампа та повзуна -  $\mu=0,2$ .

Після установки такого компенсатора на вищезгаданому пресі в процесі його експлуатації, після того, як він відстояв 1178800 циклів, у пластини відломилася кути, але компенсатор зберіг роботоспроможність. Це дозволило доробити й удосконалити форму компенсатора шляхом виконання кутових скосів по довжині та ширині компенсатора із розмірами A<sub>1</sub>=130мм та B<sub>2</sub>=40мм.

Площа опорної поверхні компенсатора:  $F=400 \times 500 - 0,785 \cdot 30^2 \cdot 40 = 2 \cdot 40 \times 130 = 161340 \text{ мм}^2$ .

Площа бічної поверхні компенсатора разом із бічною поверхнею отворів.

$F_{\text{бок}} = 2 \cdot (18 \times 400 + 18 \times 500) + 40 \cdot \pi \cdot 30 \cdot 18 = 100224 \text{ мм}^2$ .

Тоді коефіцієнт форми  $\Phi = 161340 / 100224 = 1,61$ .

Розраховуємо осадку пластини компенсатора для заданого технологічного зусилля:

$$\frac{\Delta}{h} = \frac{1,9}{59 \cdot (1 + 0,2 \cdot 1,61^2) \cdot 0,16134} = 0,131 \quad \text{тобто}$$

$$\Delta = 0,131 \cdot 18 = 2,4 \text{ мм.}$$

Абсолютна деформація пластини компенсатора  $\Delta=2,4$ мм більше пружної деформації станини преса (0,94мм) в 2,55 разів. Тобто, для виконання операції пробивання пазу, що потребує зусилля 1,9МН, розраховані розміри компенсатора забезпечать його роботоспроможність.

Використання компенсатора похибок системи "прес-штамп" у вигляді пружної пластини розрахованих розмірів на пресах відкритого типу КА 1739 у цеху рейкових скріплень ВАТ "Азовсталь" дозволило підвищити стійкість штампового інструменту на 18-20%, а також знизити рівень шуму і досягнути зниження часу, затрачуваного на заміну інструмента, що вийшов з ладу, у середньому на 5%.

