



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79292** (13) **U**  
(51) МПК  
**B23K 26/04** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2012 05113</b>	(72) Винахідник(и): <b>Котляров Валерій Павлович (UA), Клименко Катерина Віталіївна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>24.04.2012</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.04.2013</b>	(73) Власник(и): <b>Котляров Валерій Павлович, вул. Г. Андрущенко, 7/19, п. 59, м. Київ-135, 01135 (UA), Клименко Катерина Віталіївна, вул. Борщагівська, 144, к. 514, м. Київ-56, 03056 (UA)</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.04.2013, Бюл.№ 8</b>	

## (54) ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ

### (57) Реферат:

Лазерний пристрій для обробки отворів, який має лазер, фокусуючу лінзу, горизонтально розташований стіл, крім того в столі виготовлено конічний отвір для розміщення заготовки у вигляді кульки, з'єднаний з повітряною магістраллю.

UA 79292 U

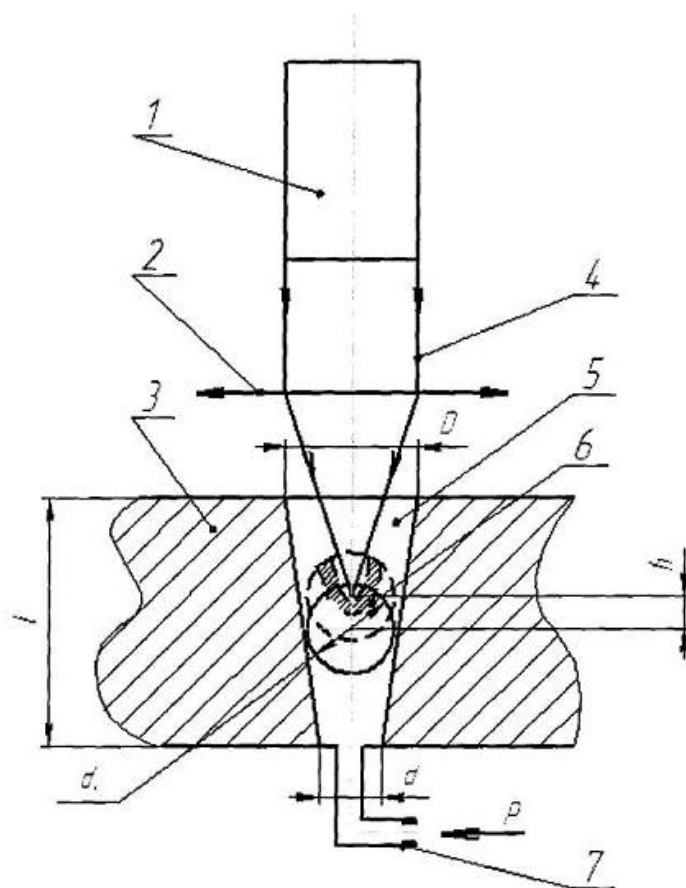


Fig.

Корисна модель призначена для прошивки наскрізних та глухих отворів в заготовках виду "кулька" з різних матеріалів з використанням енергії лазерного випромінювання та може бути використана у різних галузях промисловості в технології розмірної обробки.

Відомі пристрої, які використовують енергію лазерного випромінювання для обробки отворів [1], до складу яких входять джерело променевої енергії, фокусуюча лінза та стіл для розміщення заготовки, і в яких для збільшення глибини оброблювального отвору використовують багатоімпульсний режим обробки (БІО). При формуванні отворів в заготовках великої товщини (в кульках великого діаметра) по мірі заглиблення отвору ефективність обробки знижується із-за зменшення інтенсивності випромінювання на дні оброблювального отвору внаслідок складної поперечної форми каустики лазерного випромінювання.

Як прототип вибрано лазерний пристрій для обробки отворів [2], яке має лазер, фокусуючу систему та стіл для розміщення заготовки, причому фокусуюча система виконана у вигляді поворотної турелі зі змінними об'єктивами (лінзами), яка дозволяє при БІО суміщувати фокальну площину лінзи з дном оброблювального отвору в проміжках між імпульсами. Це підвищує ефективність знімання матеріалу при обробці глибоких отворів. Однак, час, який необхідно для переналадки оптичної системи, обмежує частоту надходження імпульсів, тобто знижує продуктивність технологічної операції і ускладнює її автоматизацію.

Недоліком відомого обладнання є обмежена продуктивність процесу із-за необхідності підналагоджування оптичної системи в проміжках між імпульсами.

Задача корисної моделі - підвищення продуктивності обробки отворів в заготовках типу "кулька" декількома імпульсами лазерного випромінювання за рахунок автоматизації процесу суміщення дна отвору з площиною найбільшої інтенсивності пучка лазерного випромінювання.

Поставлена задача досягається тим, що в запропонованому лазерному пристрої для обробки отворів, який має лазер, фокусуючу лінзу і встановлений горизонтально стіл, в останньому виконано конічний отвір для розміщення кульки, з'єднаний з повітряною магістраллю, тиск в якій установлено достатнього рівня для підтримки кульки в межах довжини отвору в збалансованому стані.

Досягнення поставленої задачі пояснюється тим, що, початкові умови опромінення поверхні заготовки забезпечуються при її розташуванні в порожнині отвору обраним тиском газової мережі і відповідною конусності отвору. Заготовки, які відрізняються від нормального розміру, будуть встановлюватися з різним розташуванням центру тяжіння, але при постійному положенні їх верхньої поверхні. При обробці по мірі формування глибини отвору, тобто видалення матеріалу з його порожнини, забезпечується переміщення заготовки назустріч променю, тобто зміна умов фокусування випромінювання на поверхню випаровування (дно отвору). Ці дії виконуються автоматично на протязі технологічної операції.

На кресленні показана схема пристрою для обробки отворів, де: 1 - лазер; 2 - фокусуюча лінза, встановлена на шляху лазерного випромінювання; 3 - стіл для розміщення деталі, базова поверхня якого горизонтальна і розташована за нормаллю до лазерного випромінювання 4; 5 - конусний отвір в столі, у якого розміри найбільшого і найменшого діаметрів пов'язані з розміром заготовки 6 у вигляді кульки відношенням:  $D > d_k > d$ . Порожнину конусного отвору підключено до повітряної магістралі 7 з тиском  $p$ .

Обладнання працює наступним чином. Заготовку 6 у вигляді кульки розташовують в порожнині отвору 5. При виключеній повітряній мережі 7 кулька займає таке положення в ньому, яке визначається розмірами  $d_k$ ,  $d$  і  $D$  і конусності отвору 5 ( $K=(D-d)/21$ ). При подачі із повітряної магістралі повітря тиском  $p$  під кульку в порожнину отвору 5 вона підіймається і займає таке положення по його глибині, яке відповідає її масі і співвідношенню розміру кульки і отвору в цьому перетині  $d_n$ . При цьому рівновага системи забезпечується балансом сил, діючих на кульку:

$$p^1 \frac{\pi d_k^2}{2 \cdot 2} = G_k = \frac{\pi d_k^3}{6} \gamma \quad \text{або} \quad \frac{p^1}{2} = \frac{d_k \gamma}{3}, \quad (1)$$

де:  $p^1$  - тиск під кулькою, який визначається витратою повітря через кільцевий зазор

площею  $\frac{\pi}{4}(d_n^2 - d_k^2)$ ;  $G_k$  - маса кульки;  $\gamma$  - питома вага його матеріала.

Лінзу 2 переміщують вертикально до суміщення її фокальної площини з поверхнею кульки. При встановленні в подальшому кульок більших чи менших розмірів змінюють обидві частини рівняння (1) таким чином, що за певної конусності отвору 5-к - верхня поверхня кульки не зміщується з обраного рівня, лише зміщується вгору чи вниз її центр тяжіння. Таким чином,

розсіювання розмірів кульок в партії менш помітно позначається на підтриманні початкових умов опромінення для кожної заготовки із партії.

При подачі лазерного імпульсу в кульці формується заглиблення розміру  $d_0 \cdot h_0$ , що зменшує вагу кульки до величини:

$$G_k^1 = \frac{\Pi \gamma}{2} \left( \frac{d_k^3}{3} - \frac{d_0^2 h_0}{2} \right).$$

Тобто порушується рівняння (1). Ліва частина перевершує праву, що викликає переміщення кульки вгору на величину  $h_0$ , назустріч променю 4, збільшується зазор між кулькою і стінкою отвору, що зменшує тиск до величини  $p^{11}$  під кулькою в відношенні з рівняння:

$$\frac{p^{11} d_k^2}{2} = \gamma \left( \frac{d_k^3}{3} - \frac{d_0^2 h_0}{2} \right).$$

Величина  $h_0$  визначається параметрами пневматичної системи і розмірами кульки і отвору.

При подачі наступних імпульсів цикл обробки повторюється і по завершенню заданої кількості імпульсів, тобто при формуванні крізного отвору, пристрій виключається.

Стабільне положення кульки заглибленням вгору забезпечується зсунутим центром тяжіння і умовами рівномірного обтікання її тіла повітрям по периферії. Будь-який нахил кульки в сторону збурює повітряний потік, створює турбулентність, повертаючи її в початкове положення.

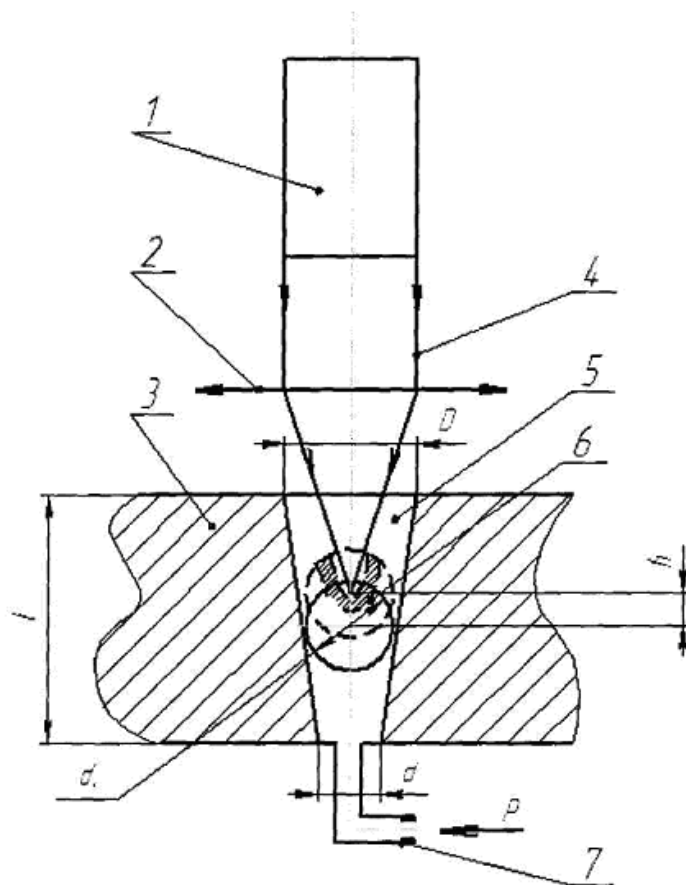
Обладнання було випробуване при обробці отвору  $\varnothing 0,3$  мм в кульках  $\varnothing 4$  мм із сталі ШХ15 (обприскувачі лобових стекел автомобіля Lanos) вагою  $2,55 \cdot 10^{-3}$  Н. Лазер на гранаті з імпульсною енергією випромінювання  $E = 3-7$  Дж. Випромінювання сфокусували в зону діаметром  $d=0,3$  мм, лінзою  $F=50$  мм. Для обробки використовували лазерні імпульси  $E = 6$  Дж;  $\tau = 0,05$  мс; утворюючи в зоні опромінення густину потужності теплового потоку  $W_p=0,5 \cdot 10^7$  Вт/см<sup>2</sup>. Експериментально було встановлено, що при обробці отвору заданих розмірів з проміжним зміщенням лінзи для підтримання умов фокусування випромінювання після першого імпульсу утворюється лунка діаметром  $0,3 \cdot 1,6$  мм; після другого - діаметр  $0,3 \cdot 1,2$  мм; після третього - діаметр  $0,3 \cdot 0,8$  мм і після четвертого - діаметр  $0,3$  - наскрізне. Таким чином, тиск системи  $p$  і розміри кінцевого отвору повинні забезпечувати зміщення кульки на величину приросту глибини лунки. При тиску в системі  $p = 300$  кПа такий рух кульки забезпечується в отворі з конусністю  $k = 0,05$  і розмірами  $D=5$  мм;  $d=3,5$  мм;  $l=15$  мм. Після першого імпульсу зменшення ваги кульки на  $6,2 \cdot 10^{-5}$  Н компенсується падінням тиску повітря під ним в зв'язку з збільшенням зазору між кулькою і отвором на  $0,16$  мм при його підйомі на  $1,6$  мм. Після другого відповідно -  $4,26 \cdot 10^{-5}$ ;  $0,12$ ;  $1,2$ ; після третього -  $3,1 \cdot 10^{-5}$ ;  $0,08$ ;  $0,8$ . Час обробки одного отвору зменшився на  $7$  с порівняно з операцією, яка має ручне коректування умов опромінення.

Джерела інформації:

1. Вейко В.П. Лазерная микрообработка. - Санкт-Петербург: ГУ ИТМО, 2007. - с. 62.
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюра Н.И. Технологические процессы лазерной обработки. - М: МГТУ им. Баумана, 2008. - С. 565-566 (прототип)

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Лазерний пристрій для обробки отворів, який має лазер, фокусуючу лінзу, горизонтально розташований стіл, який **відрізняється** тим, що в столі виготовлено кінцевий отвір для розміщення заготовки у вигляді кульки, з'єднаний з повітряною магістраллю.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601