



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87045** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
B23K 26/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 06328	(72) Винахідник(и): Котляров Валерій Павлович (UA), Юрченко Дмитро Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 22.05.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.01.2014	(73) Власник(и): Котляров Валерій Павлович, вул. Г. Андрущенко, 7/19, кв. 59, м. Київ-135, 01135 (UA), Юрченко Дмитро Володимирович, вул. Котляревського, 65-а, кв. 16, м. Прилуки, 17500 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.01.2014, Бюл.№ 2	

(54) ЛАЗЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ БЕЗ ВХІДНОГО КОНУСА ТА ГРАТУ

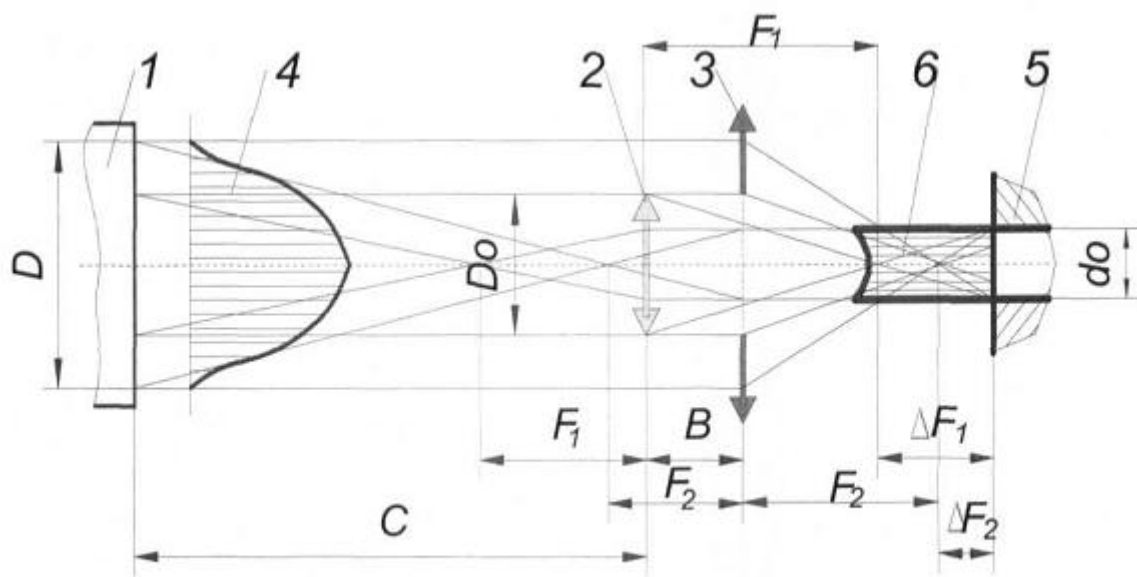
(57) Реферат:

Лазерний пристрій для обробки отворів без вхідного конуса і грату, що містить лазер і фокусуючу систему, складається з двох співвісно розташованих лінз, причому першою на шляху променя розташована довгофокусна лінза, а ближче до поверхні деталі розташована короткофокусна лінза. Довгофокусна лінза виготовлена діаметром, меншим діаметра пучка лазерного випромінювання, а короткофокусна лінза виконана у вигляді кільця, внутрішній діаметр якого дорівнює діаметру довгофокусної лінзи, а зовнішній - більше діаметра пучка лазерного випромінювання.

Фокусну відстань лінз вибирають із співвідношень:

$$F_1 = C \times \frac{d_0}{d_0 + D_0}; F_2 = F_1 \frac{D}{D_0} \left(\frac{D_0 + d_0}{D + d_0} \right)^2.$$

UA 87045 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до технології лазерної обробки отворів.

Відомі різні лазерні пристрої для отримання високоякісних отворів без ґрату навколо вхідної його частини з використанням пучка лазерного випромінювання [1]; [2]; [3]; [4], що містять лазер, фокусуючу систему, а також додаткові пластинки (захисні, компенсаційні) з різних матеріалів, які розташовані зверху заготовки, в які переводяться недоліки отворів після лазерної обробки (конусна частина, ґрат тощо) і видаляються сумісно з пластинками.

При використанні відомих пристроїв вдається в деякій мірі поліпшити вхідну частину обробленого отвору, однак при цьому нераціонально витрачається частина енергії лазерного випромінювання для випаровування матеріалу додаткових пластин, що обмежує розмірний діапазон отворів, оброблюваних цим лазерним пристроєм.

Як прототип вибрано лазерний пристрій для обробки отворів без ґрату [5]. Відомий пристрій містить лазер і фокусуючу систему, що складається з двох співвісно розташованих лінз, причому першою на шляху променя розташована довгофокусна лінза, що має діаметр, більший діаметра променя, а ближче до поверхні деталі розташована короткофокусна лінза, що має діаметр, менший діаметру променя.

Робота пристрою полягає в наступному. Центральна частина променя, обмежена діаметром короткофокусної лінзи, фокусується двома лінзами в пляму необхідного розміру і робить обробку отвору. Утворений навколо отвору валик або ґрат з розплавленого матеріалу видаляється сфокусованою в кільце довгофокусною лінзою, периферійною частиною променя.

Відомий пристрій має недолік, пов'язаний з необхідністю двічі плавити одні й ті ж об'єми металу - при обробці отвору і видаленні ґрату.

Крім того, при фокусуванні центральної частини променя двома лінзами спостерігається збільшення спотворення фокальної плями через дифракції на їх апертурах, і як наслідок, спотворення форми отвору, а фокусування довгофокусною компонентою малоінтенсивної частини променя може не створити достатньої для видалення матеріалу густини потужності в зоні опромінення і видається менш ефективним, ніж фокусування однією короткофокусною лінзою. У відношенні якості обробленого отвору слід зауважити, що пристрій дозволяє здійснити видалення дефектів на його вході, виключаючи утворений вхідний конус і спотворення граничної форми.

Задачею створеного пристрою є підвищення якості обробки отворів та ефективності технологічної операції.

Робота пристрою пояснюється кресленнями: на фіг. 1 зображена оптична схема пристрою, а на фіг. 2 - номограма для графічного визначення параметрів її елементів.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонованому лазерному пристрої для обробки отворів, який містить (фіг. 1) лазер і фокусуючу систему, що складається з двох лінз: довгофокусної 2 і короткофокусної 3, причому довгофокусна лінза з фокусною відстанню F_1 має зовнішній діаметр D_0 , менший діаметра D пучка випромінювання 4, а короткофокусна (F_2) - виготовлена у вигляді кільця з внутрішнім діаметром, рівним діаметру D_0 , а зовнішнім - більшим діаметра пучка D . Для формування на поверхні заготовки 5 зони опромінювання діаметром d_0 , лінзу 2 з фокусною відстанню F_1 потрібно розташувати на відстані C від випромінювача:

$$\frac{D_0}{d_0} = 40.$$

Ця лінза збирає лише найбільш щільну за інтенсивністю частину пучка випромінювання діаметром D_0 , який для гаусового пучка (основна мода TEM_{00}) можна визначити за падінням інтенсивності удвічі по відношенню до її значення в центрі пучка:

$$\frac{D_0}{d_0} = 40 \quad \frac{D_0}{d_0} = 40 \quad \text{де: } \alpha - \text{параметр розподілу.}$$

Менш щільна частина пучка випромінювання, що залишилася за межами лінзи 2 і розташована між діаметрами D_0 і D і що, зазвичай, викликає плавлення матеріалу заготовки довкола оброблюваного отвору, фокусується короткофокусною кільцевою лінзою 3 в зону опромінення того ж розміру d_0 . Для цього її фокусна відстань вибирається з умови збігу площин проєкцій лінз 2 і 3 для зображення одного і того ж торця випромінювача 1.

Внаслідок такого перетворення пучка випромінювання у площині проєкцій об'єктиву на профіль інтенсивності в зображенні торця випромінювача 1, створеного центральною частиною променя, накладається профіль інтенсивності в його зображенні, створеним кільцевою (периферійною) частиною пучка. Їх сума дозволяє вирівнювати інтенсивність по всьому перетину розміром d_0 .

Номограма фіг. 2 побудована для наступних діапазонів змінення керуємих факторів:

$$(-F_1 + C) = \frac{D_0}{d_0} F_1 = \frac{F_1^2}{\Delta F_1}; C \in 0,5 \div 6,0 \text{ м}; \frac{D}{d_0} \in 425 \div 1000.$$

Ключ номограми:

- 1) За співвідношенням $\frac{D}{d_0}$ визначається фокусна відстань F_1 2) Вибирається (визначається конструкторською ЛТУ) відстань C та визначається діаметр лінзи $2 D_0$ (за співвідношенням $\frac{D_0}{d}$) 3) За
5 вибраним співвідношенням $\frac{D_0}{d_0}$ знаходиться фокусна відстань лінзи $3 F_2$.

$$F_2 = F_1 \frac{D}{D_0} \left(\frac{D_0 + d_0}{D + d_0} \right)^2 \text{ причому лінза 3 має бути розташована на відстані } B \text{ від лінзи 2:}$$

$$B = F_1 \left(1 + \frac{d_0}{D_0} \right) \left[1 - \frac{D}{D_0} \left(\frac{d_0 + D_0}{D + d_0} \right)^2 \right].$$

- 10 Випробування лазерного пристрою проведено в лабораторії кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій НТУУ "КПІ". Лазер зібраний на активному елементі $\varnothing 12 \times 240$ мм з неодиму; лампа накачування ІФП-5000; режим роботи генератора: напруга - 2100В, ємність конденсаторної батареї – 600 мкФ.

- 15 Фокусувальний пристрій розраховувався і проектувався для обробки отворів $\varnothing 0,3$ мм в кераміці 22ХС товщиною 1 мм. Діаметр випромінюваного пучка – 12 мм, параметр розподілу при роботі в багатомодовому режимі $\alpha=0,8$; при такому розподілі діаметр довгофокусної лінзи $D_0=9$ мм. Фокусні відстані довгофокусної (F_1) і короткофокусної (F_2) лінз визначаються за формулами або за наведеною номограмою. Для $\frac{D_0}{d_0} = 30$ і $\frac{D_0}{d_0} = 40$ і при віддаленні

довгофокусної лінзи від випромінювача на $C=2,5$ м $F_1=80$ мм, $F_2=55$ мм. Отвори, оброблені на зазначеній установці, мали діаметр на вході і виході $\approx 0,33$ мм, краї чіткі, без оплавлення і ґрату.

- 20 Для порівняння був апробований режим обробки отворів однією лінзою з фокусною відстанню $F=60$ мм, розташованою на відстані 2,5 м, від випромінювача $\varnothing 12$ мм. Отвори мали вхідний кратер $\varnothing 0,45$ мм, оточений валиком знебарвленого матеріалу, вихідний діаметр 0,3 мм.

Метод дозволяє отримувати отвори високої якості, за формою наближених до форми просвердлених, тобто представляється можливість їх подальшого поліпшення традиційними методами та використання для подальшої обробки.

- 25 Джерела інформації:

1. Патент Японії № 44-4417, клас 74N7 (B26);
 2. Патент Японії № 49-22517, клас 74N7 (B26F 1/30);
 3. Патент США № 4156807, клас 219/121 LM;
 4. Технологічні процеси лазерної обробки: навчальний посібник для вузів. / Під ред. А.Г. Григор'янца. - М.: Вид-во МДТУ ім. Н.Е. Баумана, 2006. - 664 с;
 5. Патент Японії № 50-18240, клас B26F 1/30.
- 30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 35 Лазерний пристрій для обробки отворів без вхідного конуса і ґрату, що містить лазер і фокусуючу систему, яка складається з двох співвісно розташованих лінз, причому першою на шляху променя розташована довгофокусна лінза, а ближче до поверхні деталі розташована короткофокусна лінза, який **відрізняється** тим, що довгофокусна лінза виготовлена діаметром, меншим діаметра пучка лазерного випромінювання, а короткофокусна лінза виконана у вигляді кільця, внутрішній діаметр якого дорівнює діаметру довгофокусної лінзи, а зовнішній - більше діаметра пучка лазерного випромінювання, фокусну відстань лінз вибирають із співвідношень:
- 40

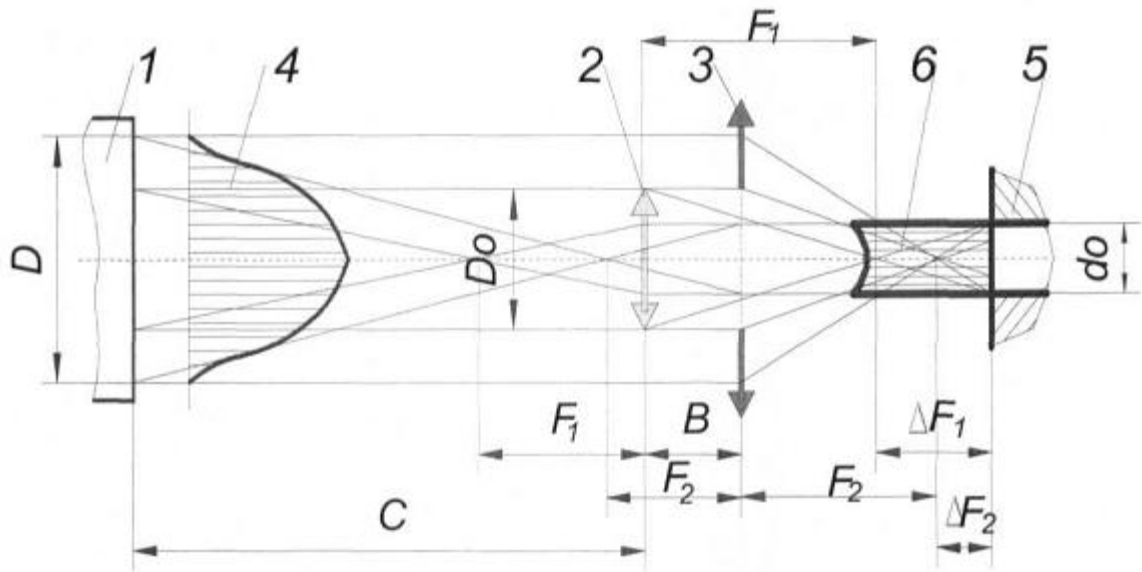
$$F_1 = C \times \frac{d_0}{d_0 + D_0}; F_2 = F_1 \frac{D}{D_0} \left(\frac{D_0 + d_0}{D + d_0} \right)^2, \text{ де}$$

F_1 - фокусна відстань довгофокусної лінзи;

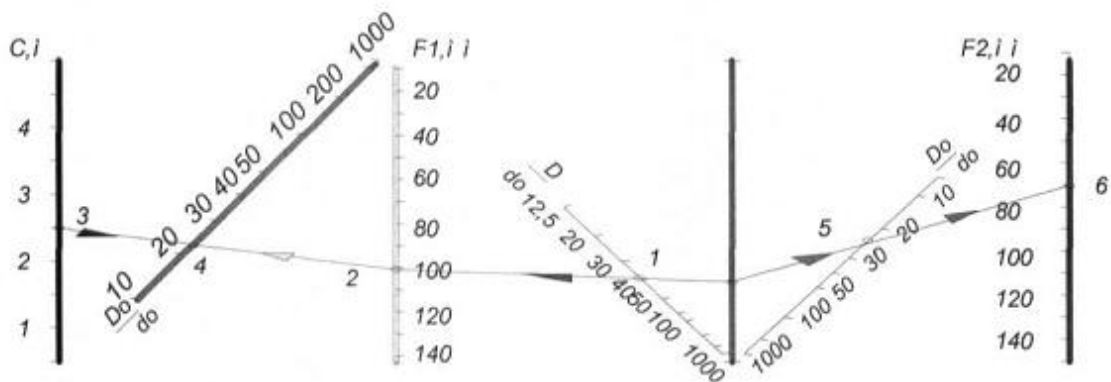
F_2 - фокусна відстань короткофокусної лінзи;

- 45 C - відстань від лазера до головної площини довгофокусної лінзи;

d_0 - діаметр пучка випромінювання на поверхні заготовки;
 D - діаметр пучка випромінювання на виході із лазера;
 D_0 - діаметр довгофокусної лінзи.



Фиг. 1



Фиг. 2