



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162849** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
B23K 26/00
B23K 26/16 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 05117	(72) Винахідник(и): Романенко Максим Вікторович (UA), Кагляк Олексій Дмитрович (UA), Романенко Віктор Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 20.10.2025	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО", просп. Берестейський, 37, м. Київ, 03056 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 30.04.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 29.04.2026, Бюл.№ 17	

(54) СПОСІБ ГАЗОЛАЗЕРНОГО РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб газолазерного різання матеріалів, у якому лазерне випромінювання подають у зону різання заготовки співвісно зі струменем робочого газу, який формують конічним соплом. Заготовку у процесі різання переміщують за допомогою двокоординатного стола, фотоприймачем фіксують вторинне видиме випромінювання у зоні різання. Фотоприймач має кільцеву форму та його встановлюють на конічне сопло. У момент фіксації вторинного видимого випромінювання фотоприймач подає сигнал на комп'ютер, який контролює швидкість двокоординатного стола.

UA 162849 U

UA 162849 U

Корисна модель належить до технології лазерної обробки та може бути використана в операціях різання та розкрою матеріалів у різних галузях виробництва.

Лазерне різання матеріалів за традиційною схемою зазвичай здійснюють на режимах із постійною швидкістю, які забезпечують задовільну якість обробки при максимально можливій продуктивності. Найчастіше процес проводять із одночасною співвісною подачею робочого газового струменя в зону різання, що відповідає технології газолазерного різання [1]. Проте такий спосіб не дозволяє в процесі обробки корегувати режими різання, що обмежує здатність забезпечити оптимальні умови протікання процесу газолазерного різання. Разом з тим, перебіг процесу різання є надзвичайно чутливим до будь-яких змін, як технологічних параметрів - потужності лазерного випромінювання, умов фокусування, - так і характеристик заготовки, зокрема деформації поверхні, коливань товщини або оптичних властивостей, таких як відбивна здатність матеріалу.

Також відомий спосіб газолазерного різання матеріалів та автоматизована установка для реалізації цього способу, що містить два датчики тиску, які встановлені під заготовкою, яку розрізають [2]. Ці датчики контролюють відхилення газового струменя, що виходить із порожнини різу, і через комутаційну схему, з'єднану з блоком керування приводом робочого столу, автоматично регулюють швидкість різання для підтримання її на оптимальному рівні. Проте застосування цього способу обмежене: він не придатний для обробки великогабаритних або масивних заготовок, оскільки встановлення датчиків під заготовкою в таких випадках є технічно неможливим.

Найближчим аналогом до корисної моделі є спосіб автоматичного керування процесом газолазерного різання, який передбачає, що лазерне випромінювання подають у зону різання заготовки співвісно зі струменем робочого газу, який формують конічним соплом, заготовку у процесі різання переміщують за допомогою двокоординатного стола та фотоприймачем фіксують вторинне видиме випромінювання у зоні різання [3]. При цьому максимальне значення амплітуди вторинного випромінювання відповідає неповному прорізання заготовки, а мінімальне - наскрізному різу. Вторинне випромінювання, відбите від поверхні різу, проходить через відбивне (поворотне) дзеркало лазерного випромінювання та потрапляє на фотоприймач, за допомогою якого дізнаються про потребу в коригуванні швидкості переміщення робочого стола.

Порівняно з відомими аналогами, цей спосіб дозволяє не лише автоматизувати процес регулювання швидкості різання, замінюючи ручне втручання, а й розмістити елементи автоматичного керування над поверхнею заготовки, що підвищує продуктивність обробки та забезпечує можливість регулювання масивних заготовок при їх обробці.

Проте, основними недоліками зазначеного способу є те, що при неповному прорізання заготовки, продукти руйнування можуть потрапляти на фокусуючу систему лазерної установки, руйнуючи її. Крім цього, у сучасному обладнанні лазерне випромінювання подають в зону обробки не через поворотні дзеркала, а за допомогою світловода, у якому неможливо розмістити фотоприймач.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити спосіб газолазерного різання матеріалів, який забезпечує автоматичне підтримання оптимальної швидкості різання під час різання заготовок складної геометричної форми.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі газолазерного різання матеріалів, у якому лазерне випромінювання подають у зону різання заготовки співвісно зі струменем робочого газу, який формують конічним соплом, заготовку у процесі різання переміщують за допомогою двокоординатного стола, фотоприймачем фіксують вторинне видиме випромінювання у зоні різання, згідно з корисною моделлю, фотоприймач має кільцеву форму та його встановлюють на конічне сопло, причому у момент фіксації вторинного видимого випромінювання фотоприймач подає сигнал на комп'ютер, який контролює швидкість двокоординатного стола.

Діаметр фотоприймача розраховують за формулою:

$$D_{\text{rec}} = H \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

де H - товщина заготовки, яку розрізають;

α - допустимий кут відбивання вторинного видимого випромінювання від поверхні руйнування в зоні газолазерного різання.

Суть корисної моделі пояснюють креслення, на яких зображено:

на фіг. 1 (а) - схема процесу газолазерного різання в автоматизованому режимі при утриманні оптимальної швидкості різання;

на фіг. 1 (б) - схема процесу газолазерного різання в автоматизованому режимі при швидкості різання вищій, ніж оптимальна;

на фіг. 2 (а) - фото поверхні різу при оптимальній швидкості різання;

на фіг 2 (б) - фото поверхні різу при швидкості різання вищій, ніж оптимальна;
на фіг. 3 - приклад конструктивного рішення при використанні як фотоприймача фоторезистивного шару, нанесеного на діелектричну підкладку.

Спосіб реалізують за допомогою пристрою, суть якого пояснюють за допомогою фіг. 1, 3, наступним чином.

На фіг. 1 (а) та 1 (б) лазерне випромінювання 1 концентрують за допомогою фокусуючої лінзи 2 на верхній кромці заготовки 3, яку розрізають. У зону обробки співвісно з лазерним випромінюванням 1 подають струмінь робочого газу 4 (наприклад кисню), який формують конічним соплом 5. Переміщення заготовки 3 відповідно до заданої програми здійснюють за допомогою двокоординатного стола 6.

При оптимальній швидкості газолазерного різання, тобто швидкості переміщення заготовки 3 двокоординатним столом 6 у процесі різання, поверхня руйнування має майже прямолінійний характер (фіг. 2 (а)) і нахилена під кутом $\alpha=10-15^\circ$ до осі різання. Якщо швидкість перевищує оптимальну, нижні шари заготовки деформуються - поверхня руйнування завертається у напрямку, протилежному руху різання (фіг. 2 (б)). Експериментально встановлено, що нахил поверхні руйнування в межах $\alpha=30-65^\circ$ є допустимим з точки зору якості різу. Проте при подальшому збільшенні швидкості, коли кут нахилу сягає $\alpha=65-75^\circ$, якість різання в нижніх шарах різко погіршується.

У першому випадку (фіг. 1 (а)), коли швидкість різання оптимальна та кут нахилу до осі різання малий, вторинне випромінювання 7, що виникає на поверхні руйнування і поширюється переважно перпендикулярно до неї, проходить крізь порожнину різу, але не потрапляє на фотоприймач 8, встановлений на конічному соплі 5. Відповідно, сигнал на виході фотоприймача 8 відсутній. У другому випадку (фіг. 2(б)), при перевищенні оптимальної швидкості та нахилі поверхні в межах $\alpha=30-65^\circ$, вторинне випромінювання 7 потрапляє на фотоприймач 8, що призводить до появи сигналу на його виході.

Таким чином, при оптимальній швидкості різання фотоприймач 8 перебуває у вимкненому стані, а при перевищенні оптимальної швидкості - у ввімкненому. Сигнал з фотоприймача 8 через блок перетворення 9 (наприклад аналогово-цифровий перетворювач) надходить до комп'ютера 10, який керує швидкістю двокоординатного стола 6. У ввімкненому стані фотоприймача 8 комп'ютер 10 зменшує швидкість різання, а при його вимкненні - стабілізує її на оптимальному рівні.

Встановлення оптимальної швидкості різання в автоматизованому режимі відбувається наступним чином. На ділянці врізання комп'ютер 10 поступово збільшує швидкість переміщення заготовки 3 за допомогою двокоординатного стола 6, тобто швидкість різання, поки не спрацює (переходить у ввімкнений стан) фотоприймач 8. Це спрацювання слугує сигналом для комп'ютера 10, який зменшує швидкість різання заготовки 3, що призводить до зменшення кута нахилу поверхні руйнування. Внаслідок цього вторинне випромінювання 7 перестає потрапляти на фотоприймач 8, який повертається у вимкнений стан. У цей момент комп'ютер 10 фіксує досягнуту швидкість як оптимальну для заданих умов обробки та стабілізує її.

У процесі різання комп'ютер 10 автоматично коригує швидкість у випадках перевищення її оптимального значення, що може виникати через коливання параметрів обробки. Кільцева форма фотоприймача 8 забезпечує його спрацювання незалежно від напрямку різання, що особливо важливо при вирізанні контурів складної форми. З огляду на інерційність фотоприймача 8, яка становить 20-100 мс при зміні напрямку різання, комп'ютер 10 виконує корекцію з урахуванням цього запізнення.

Фотоприймач 8, закріплений на конічному соплі 5, може бути виконаний у вигляді фоторезистивного датчика 11, нанесеного на діелектричну підкладку 12 (фіг. 3). Для захисту від термічного впливу та забруднень датчик 11 може бути покритий захисним шаром 13, наприклад, високотемпературним прозорим лаком (фіг. 3).

Діаметр фотоприймача $D_{\text{гес.}}$ може бути розрахований за формулою:

$$D_{\text{гес.}} = H \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

де H - товщина заготовки, яку розрізають;

α - допустимий кут відбивання вторинного видимого випромінювання від поверхні руйнування в зоні газолазерного різання.

Розрахунки, виконані за відповідною формулою, показали, що при товщині заготовки в межах 20-100 мм та допустимому куті нахилу поверхні руйнування $\alpha=30-65^\circ$, оптимальний діаметр фотоприймача становить $D_{\text{гес.}}=30-50$ мм. Такий розмір є конструктивно доцільним і забезпечує надійне виявлення вторинного випромінювання в заданих умовах різання.

Експериментальні дослідження підтверджують, що використанні запропонованого пристрою якість поверхні різу в нижніх шарах заготовки відповідає вимогам до процесу газолазерного

різання матеріалів. Таким чином, спосіб є придатним для автоматизованого забезпечення оптимальної швидкості різання при обробці деталей складного контуру, за умови розміщення всіх елементів системи керування над поверхнею заготовки.

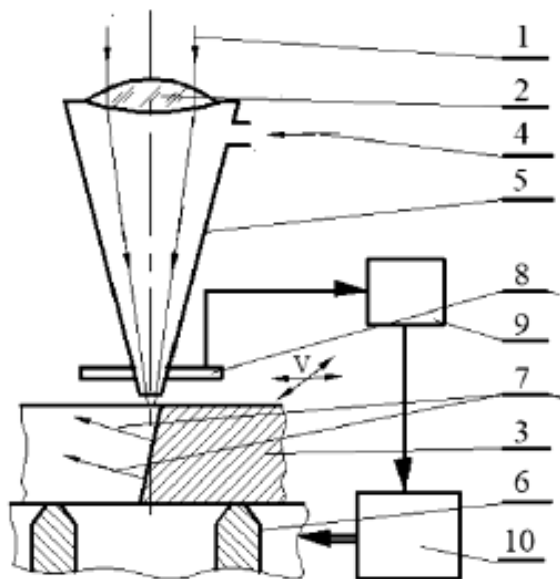
Джерела інформації:

- 5 1. Коваленко, В.С., Романенко, В.В., Олещук, Л.М. - Малоотходные процессы резки лучом лазера. - К.: «Техника», 1987. - 112 с.
2. Романенко В.В. Автоматизована установка для високоякісної газолазерної різки металів для потреб поліграфічних виробництв. В зб. "Технологія і техніка друкарства". - К., 2011. - № 4(340). - С. 96-102.
- 10 3. Патент РФ № 2375162, кл. В23К 26/38; заявл. 30.11.2007; опубл. 10.06.2009.

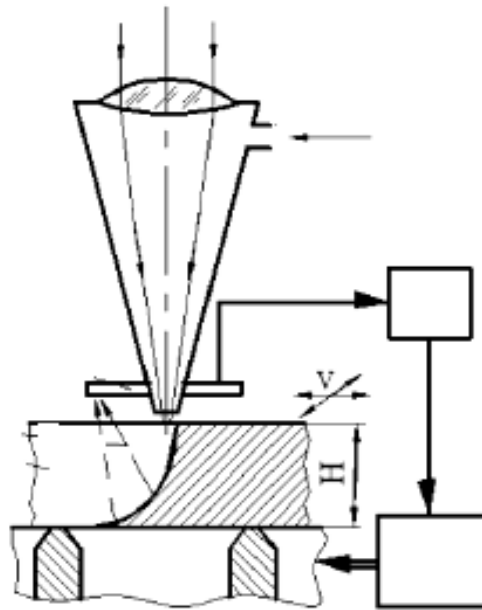
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 15 1. Спосіб газолазерного різання матеріалів, у якому лазерне випромінювання подають у зону різання заготовки співвісно зі струменем робочого газу, який формують конічним соплом, заготовку у процесі різання переміщують за допомогою двокоординатного стола, фотоприймачем фіксують вторинне видиме випромінювання у зоні різання, який **відрізняється** тим, що фотоприймач має кільцеву форму та його встановлюють на конічне сопло, причому у момент фіксації вторинного видимого випромінювання фотоприймач подає сигнал на комп'ютер, який контролює швидкість двокоординатного столу.
- 20 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що діаметр фотоприймача розраховують за формулою:

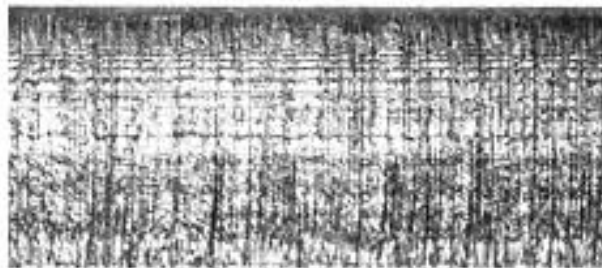
$$D_{\text{рес.}} = H \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$
де H - товщина заготовки, яку розрізають;
25 α - допустимий кут відбивання вторинного видимого випромінювання від поверхні руйнування в зоні газолазерного різання.



Фіг.1 (а)



Фиг. 1 (б)



Фиг. 2 (а)



Фиг. 2 (б)

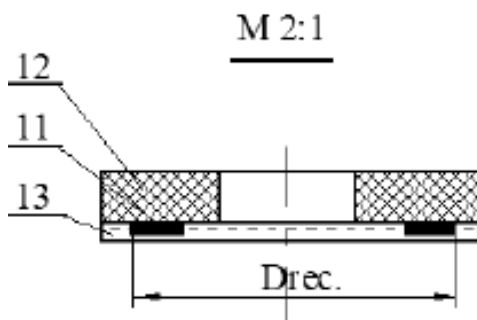


Fig. 3