

7. Chenpeng Tong, Qi Rong, Victoria A. Yardley, Xuetao Li, Jiaming Luo, Guosen Zhu and Zhusheng Shi. New Developments and Future Trends in Low-Temperature Hot Stamping Technologies: A Review. *Metals* 2020, 27.

8. Haijun Pan, Minghui Cai, Hua Ding, Shenghui Sun, Hongshou Huang & Yisheng Zhang (2019) Ultrahigh strength-ductile medium-Mn steel auto-parts combining warm stamping and quenching & partitioning, *Materials Science and Technology*, 35:7, 807-814.

9. Chang, Y., Wang, C., Zhao, K., Dong, H., and Yan, J. (October 27, 2015). "Introduction to a Third-Generation Automobile Steel and Its Optimal Warm-Stamping Process." *ASME. J. Manuf. Sci. Eng.* April 2016; 138(4): 041010.

10. Tong, C.; Rong, Q.; Yardley, V.A.; Li, X.; Luo, J.; Zhu, G.; Shi, Z. New Developments and Future Trends in Low-Temperature Hot Stamping Technologies: A Review. *Metals* 2020, 10, 1652.

УДК 621.375.826:621

**Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент**

**Блощин М.С., канд.техн. наук, доцент**

**Жегет І.М, студент**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», romvvv@gmail.com

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЛАЗЕРНОГО РІЗАННЯ МЕТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Лазерне різання різноманітних металевих матеріалів з вуглецевих, неіржавіючих сталей та титанових сплавів товщиною від 1 до 20 мм з одночасною співвісною подачею допоміжного робочого газового струменя в зону різки широко використовується в різних галузях сучасного виробництва. При цьому є вимога до високої продуктивності такої технології та необхідної якості виконання різки, щоб забезпечити зменшені припуски під подальшу обробку крайок отриманих різів або зовсім усунути потребу в такій обробці.

Для інтенсифікації процесу лазерного різання можна запропонувати використання верстатів із двома лазерними головками, які синхронно переміщуються як з однієї сторони листового матеріалу, так і по обидва боки металу, що різеться. Для цього можна використовувати промінь від одного лазерного джерела, що розділяється відповідними дзеркалами. Лазерні джерела можуть працювати і окремо одне від другого. Має місце також схема обробки, в якій обидві головки рухаються синхронно в одному напрямку при застосуванні регулювання відстані між ними. Це дає можливість, наприклад, одночасно виробляти відразу дві однакові деталі. Однак в наведених випадках жорстке з'єднання лазерних головок обмежує функціональну можливість верстату.

Для більшої продуктивності процесу запропонований верстат для лазерної різки металів, що включає станину, поздовжню напрямну, яка кріпиться на цій станині та дві поперечні напрямні, кожна з яких встановлена на поздовжній напрямній і має можливість самостійного руху по цій напрямній за допомогою власного приводу.

На кожній поперечній напрямній монтується лазерний різак з можливістю самостійного руху по цій напрямній за допомогою власного горизонтального та вертикального приводу. До складу верстату входить обчислювальний пристрій, який керує таким приводом лазерного різачка, з можливістю самостійного програмного управління такими переміщеннями кожного з різаків. Крім того, обчислювальний пристрій керує також самостійним горизонтальним рухом поперечних напрямних.

Конструкція верстату, яка показано на рис. 1, передбачає станину 1, на якій встановлена поздовжня напрямна 2. При цьому поздовжніх напрямних може бути і дві. В такому разі вони встановлюються паралельно одна другій.

Як видно з рис. 1, на поздовжню напрямну 2 встановлюються поперечні напрямні 3. Як приклад, на рис. 1 показано дві поперечні напрямні 3. Однак, їх число може бути різним.

Так, можна встановити три поперечні напрямні на одну поздовжню напрямну. При цьому кожна поперечна напрямна монтується на відповідну поздовжню напрямну з забезпеченням самостійного руху по цій напрямній. Таке переміщення виконується власним приводом кожної поперечної напрямної, яким може бути, наприклад, лінійний електродвигун. Крім того, один, два або більше лазерних різаків 4 можуть бути розміщені на кожній поперечній напрямній 3. Кожен з цих різаків може мати свій горизонтальний та вертикальний привід переміщення. Два лазерні різакі 4, як приклад, можуть бути встановлені на протилежних сторонах однієї поперечної напрямної 3. Розрізуваний лист металу 5 кріпиться на верстаті нерухомо.

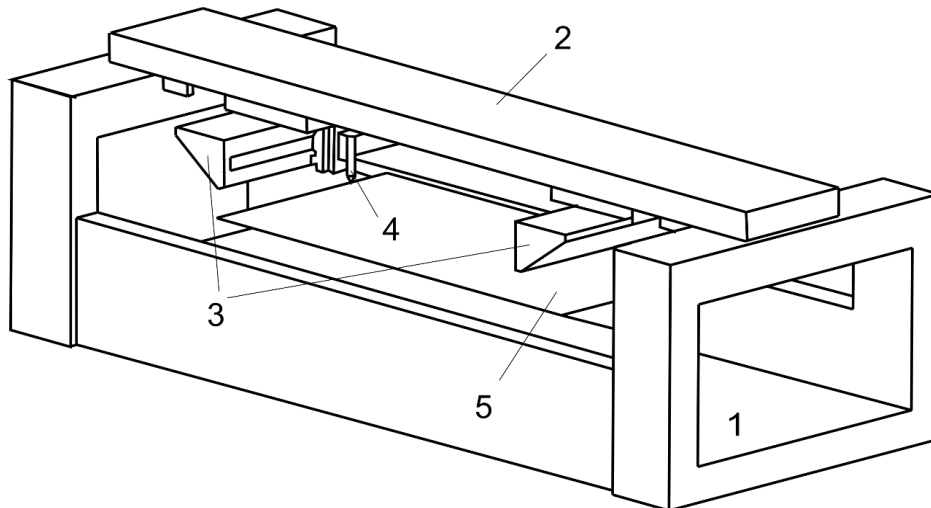


Рис. 1 – Приклад верстату для лазерного різання металів з однією поздовжньою напрямною.

Використання декількох (не менше двох) лазерних різаків 4, кожен з яких має можливість переміщуватися по власній поперечній напрямній 3, дозволяє забезпечити одночасне вирізання контурів кількох різних деталей з різним розміщенням отворів в цих деталях з одного листа металу чи більшої кількості листів, що значно прискорює процес різки складноконтурних деталей з листових матеріалів. При цьому враховуються всі траєкторії необхідних рухів, щоб поперечні напрямні 3 та лазерні різакі 4 ні в якому взаємному положенні не стикалися під час роботи при їх рухах по заданій програмі.

Для реалізації такої одночасної обробки кожен лазерний різак повинен рухатися по своїй траєкторії (за трьома координатами), яка виконується як власним приводом горизонтального і вертикального переміщення різака, так і приводом поздовжнього руху поперечної напрямної. Всі ці приводи керуються одним або декількома відповідними обчислювальними пристроями з ЧПУ, наприклад, окремими програмованими контролерами або комп'ютером. Всі горизонтальні і вертикальні приводи лазерної головки 4 та всі поздовжні рухи поперечної напрямної 3 підключені до цих обчислювальних засобів, які й забезпечують самостійне програмування виконання кожного з цих переміщень.

Так, наприклад, якщо верстат складається з однієї поздовжньої і двох поперечних напрямних та на кожній поперечній напрямній розміщений один лазерний різак, то програма управління може забезпечити шестикоординатний рух обох лазерних різаків, тобто трикоординатне управління кожним одним лазерним різакіом. Звичайно, що розробка конкретного типу програми керування визначається як заданою траєкторією різки по контуру деталі, так і мовою програмування, що застосовується.

Таким чином, наведене конструктивне рішення забезпечує управління одночасним шестикоординатним рухом двох лазерних різаків, що забезпечує розширення функціональності та підвищення продуктивності процесу лазерного розрізання листових металічних матеріалів.