ніжкою індикатора. "Скидаємо" індикацію на "0". Відводимо супорт по осі, що вимірюється, далі з ПК задаємо переміщення на швидкому ходу у встановлену нульову точку. Записуємо показання індикатора. Повторюємо вимірювання n=30 разів. За описаною схемою випадкову вибірку відхилень позиціонування отримуємо для двох осей.

Для середнього значення будувалися гістограми (рис. 1, б) для інтервалів групування експериментальних даних, з розрахунком ймовірності попадання результатів вимірювань (частини) в кожен з інтервалів. На кожному інтервалі будується прямокутник висотою рівної частоти влучення вимірювань у цей інтервал. Отримано розрахункові гістограми розподілу та криві нормального розподілу похибки позиціонування порталу по осі X (рис. 1, а) та по осі Y .

Математичні очікування похибок по кожній осі, як найбільш ймовірні їх значення розраховані засобами пакета MathCAD.

Якщо на етапі підготовки виконання операції, отримані значення похибок записати в системну область пам'яті ЧПУ верстата з протилежними знаками, то при виконанні швидких переміщень (позиціонування) вони будуть автоматично «плюсуватися» до переміщень, записаних у керуючу програму.

Таким чином відбуватися компенсація похибок, що виникає за рахунок інерційності мас, що переміщаються, люфтів в зубчастих з'єднаннях і ін., Тим самим підвищується точність позиціонування, отже і точність порізки заготовки.

Визначений метод дозволяє встановити функціональний зв'язок вихідної точності фасонної поверхні з параметрами допустимих відхилень статичної налагодження та підналагодження, а також забезпечити підвищення точності позиціонування за рахунок малодискретних векторних поправок, масив значень яких записаний у системну область пам'яті ЧПК верстата на етапі підготовки виконання операції.

Запропонована методика дозволяє дозволяє прогнозувати та враховувати у вигляді системних поправок ймовірне значення похибки позиціонування верстата у кожній точці координатної площини. Таким чином відсоток ймовірнісних похибок, що супроводжують процес різання знижується, тому що частина їх нівелюється ще в процесі налагодження на операцію.

УДК 621.375.826:621

Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент
Кагляк О.Д., канд. техн. наук, доцент
Блощицин М.С., канд.техн. наук, доцент
Романенко М.В.,
Євсюкова Є.В., студентка
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
romvvv@gmail.com

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗОЛАЗЕРНОЇ РІЗКИ З ВИГЛАДЖУВАННЯМ ПОВЕРХНІ РІЗІВ

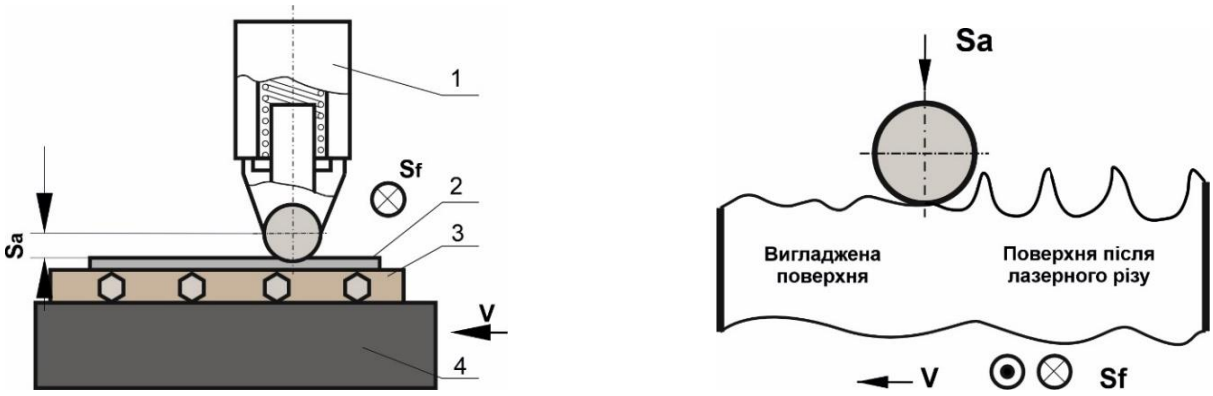
Лазерне різання, особливо тонких листів з вуглецевих сталей, є широко використовуваною технологією в промисловості. Процес лазерного різання включає в себе використання коаксіального потоку допоміжного газу, що реалізує газолазерне різання (ГЛР). Після ГЛР поверхня різу являє собою нерівності у вигляді напівкруглих канавок або рифлень, так званих, борозен. Ці борозни виникають через особливості фокусування лазерного променю, вплив швидкості різання на процес формування різу та характер видалення рідкого металу з порожнини різу. Поверхню різу можна розділити на три зони: верхню з борознами шириною від 0,1 до 0,2 мм, розташовану в області входу лазерного променю, перехідну зону та нижню, що крім борозен містить також відкладення

затверділого рідкого металу та шлаку. Загалом, поверхня лазерного різу має характерний рельєфний візерунок з різною висотою мікронерівностей, залежно від розташування їх відносно верхньої поверхні заготовки.

В процесі газолазерної різки зазнає термічного впливу край вирізаної деталі, що веде до утворення на цьому краї зони термічного впливу (ЗТВ). ЗТВ представляє собою тонкий шар матеріалу зі зміненою мікроструктурою. Висока температура, яка характерна для ГЛР також викликає термічні напруження в цій зоні. Додаткові проблеми виникають внаслідок наявності крапель затверділого матеріалу у вигляді грату на нижніх кромках різу, що потребує додаткової операції очистки. Тобто, поверхні, отримані після ГЛР потребують додаткової обробки.

У різних галузях машинобудування протягом кількох десятиліть успішно використовується метод вигладжування кульками. Цей метод дозволяє отримувати поверхні з покращеними властивостями такими, як зміцнений стан, низька шорсткість, втомна міцність та висока стійкість до абразивного зношування. Крім того, кулькове вигладжування створює залишкові стискаючі напруження у поверхневому шарі, що є важливим ефектом для подальшої експлуатації виробів.

Нами була застосована та вивчена комбінована технологія, коли отримані різи в сталі 45 піддавалися подальшому вигладжуванню за допомогою кулькового інструменту (рис. 1).



а) б)

Рис. 1 – Схема реалізації процесу вигладжування кулькою поверхні різу після ГЛР а) та механізм такого вигладжування б).

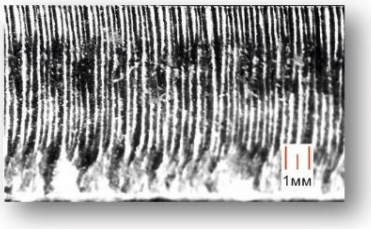
Вигладжувальний інструмент 1 (рис. 1, а) був закріплений у шпинделі фрезерного верстата, а вирізана лазером плоска деталь 2 закріплялась лещатами 3, які були розміщені на експериментальному столі 4. Стіл рухався зі швидкістю V, примушуючи кулю для вигладжування котитися по поверхні різу, що призводило до деформації вершин нерівностей на поверхні лазерного різу та зменшенню глибини мікроканавок (борозен) його поверхні (рис. 1, б). Зусилля притискання (натяг) забезпечувалось за рахунок стискання пружини при переміщенні кулькового інструменту в напрямку деталі з інтервалом *Sa* в 0,1 мм. Після кожного проходу кулькового інструменту по поверхні різу стіл 4 здійснював поперечний рух на відстань, що відповідав кроку поперечного переміщення S_f .

В результаті експериментів було виявлено помітне зменшення значень параметрів шорсткості Ra та Rz поверхні лазерних різів після вигладжування. Так, при переміщені кулькового інструменту в напрямку деталі в діапазоні *Sa* = 0,1…0,4 мм, що відповідало збільшенню зусилля притискання кульки до поверхні різу в межах 250…950 Н мало місце значне зниження параметрів шорсткості від Ra = 4,65 мкм та Rz = 51,0 мкм (для поверхні різу після ГЛР) до Ra = 2,3 мкм та Rz = 22,5 мкм – для поверхні після вигладжування. Встановлено також, що зміна зусилля притискання в названих вище межах призводила до приросту мікротвердості в ЗТВ вигладженої поверхні різу на ΔHV = 40…50 одиниць та

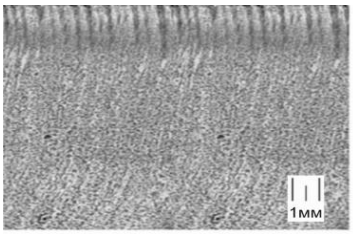
збільшення товщини зміцненого шару на gh = 20…25 мкм. Крім того, на поверхні різу в результаті вигладжування було отримано зміну розтягуючих залишкових напружень на стискаючі з величини σmax = +130 МПа до σmax = –300…375 МПа.

Виконані експериментальні дослідження показали також, що можна рекомендувати наступні оптимальні режими вигладжування поверхонь різів, отриманних при ГЛР сталі 45 кулькою стандартного діаметра 10 мм такі, як - величина натягу Sa = 0,25…0,30 мм та величина кроку поперечної подачі Sf = 0,15…0,20 мм.

Поверхня різу після ГЛР, що має вигляд, приведений на рис.2, а, після вигладжування кульковим інструментом на запропонованих вище оптимальних режимах вигладжування набуває вигляду, що представлений на рис. 2, б.



а)



б)

Рис. 2 – Вигляд поверхні різу після ГЛР а) та після кулькового вигладжування б).

Таким чином, дослідження можливості використання методу поверхневого пластичного деформування кульковим вигладжуванням для підвищення експлуатаційних параметрів поверхні після газолазерної різки сталі 45 показало, що цей метод можна рекомендувати, як ефективний завершальний крок у обробці таких деталей.

Проведене вдосконалення лазерного різання металів за допомогою допоміжного кулькового вигладжування показало, що такий підхід знижує шорсткість поверхні вирізаних деталей порівняно з результатами, отриманими лише лазерним різанням. Кулькове вигладжування також змінює структуру матеріалу крайок різу та створює стискаючі залишкові напруги в поверхневому шарі різу. Це все разом дозволяє отримати деталь з більш "функціональною" поверхнею, порівняно з деталлю, виготовленою лише ГЛР.

Як результат, кулькове вигладжування поверхонь різів можна рекомендувати як фінішну операцію після газолазерної різки, яка при невисоких додаткових капітальних затратах дає можливість значно покращити експлуатаційні характеристики виготовлених в такий спосіб деталей.

УДК 621.7

Чухліб В.Л., докт. техн. наук, професор
Колісник К.Д., аспірант
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
profdnepro@gmail.com

ЯКІСТЬ КОВАНИХ ГАКІВ

Тема дослідження стосується технології отримання кованих гаків великої вантажопідйомності для підвищення їх якості шляхом дослідження технологічних режимів кування.

В роботі проведено огляд якості кованих гаків великої вантажопідйомності. Гаки виконують вантажно-розвантажувальні роботи і витримують на собі всю масу вантажів [1]. Тому ковані гаки великої вантажопідйомності повинні мати високу якість і надійність. Виготовлення гаків методом кування являє собою складний процес і цей процес необхідно виконувати за окремими вимогами.