

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Середюка Станіслава Петровича «Технологічне забезпечення максимальної продуктивності газолазерного різання низьковуглецевих сталей випромінюванням потужних оптоволоконних лазерів» на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка.»

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота, що подана до захисту, в умовах військового конфлікту, економічних та інших проблем, що існують в Україні та світі, присвячена розв'язанню актуальної проблеми – підвищенню ефективності управління процесом газолазерного різання низьковуглецевих сталей. Робота присвячена покращенню контролю геометричних параметрів, фізико-механічних властивостей матеріалів при їх різанні та підвищенню якості поверхонь деталей машин та механізмів. Для вирішення цієї проблеми автор пропонує застосовувати високопродуктивний, гнучкий, з високим рівнем відтворюваності, процес газолазерного різання. Розроблені технологічні принципи його побудови, методи розрахунку та отримані дослідні зразки. Розвинуто механізм нагрівання та розплавлення, встановлені взаємозв'язки між головними технологічними параметрами процесу різання та визначений їх вплив на формування заданої мікрогеометрії та якісні характеристики поверхонь деталей.

Обґрунтованість наукових положень та їх достовірність. Наукові положення та результати, які викладені у дисертаційній роботі обґрунтовані та підтверджені автором низкою виконаних теоретичних та експериментальних досліджень із застосуванням сучасних методів і лабораторного обладнання, спрямованих на підвищення ефективності використання газолазерного різання для покращення якості бічних поверхонь відповідальних деталей для запобігання витрат на їх подальшу обробку.

Одержані результати досліджень пройшли лабораторне опробування та рекомендовані для використання у промисловості України.

Наукова новизна та значення результатів роботи для науки і практики.

Наукова та практична цінність отриманих результатів у роботі Сердюка Станіслава Петровича полягає у тому, що: вперше показано визначальний вплив лазерного нагріву на підвищення продуктивності газолазерного різання та ширини різів для листової сталі ВСт3сп в залежності від товщини листа за умов отримання параметрів якості, що відповідають вимогам стандарту ISO 22 9013:2017 при застосуванні оптоволоконного лазера з максимальною потужністю 12 кВт та кисню в якості робочого газу. При цьому визначено, що застосування супутньої дії газового потоку відповідних параметрів для видалення металу з ванни розплаву в зоні дії лазерного випромінювання є достатньо ефективним і універсальним шляхом усунення дефектів, характерних для лазерного різання. Це також дозволяє підвищити продуктивність лазерного різання, що сприяє зменшенню вартості погонного метру лазерного різі.

Також вперше запропоновано узагальнену технологічну модель, яка пов'язує швидкість різання з потужністю лазерного випромінювання та товщиною матеріалу при різанні листової сталі ВСт3сп.

Не менш важливим результатом, наведеним у роботі, є дослідження розподілу тиску в зоні гальмування кисневого струменя за використання двоканального сопла, який має виражений осесиметричний характер та складається з центральної стагнаційної області, перехідної зони радіального розтікання та периферійної турбулентної області.

Рекомендації щодо використання результатів. Одержані результати можуть бути використані для розробки технологічних процесів газолазерного різання в стратегічних галузях промисловості, а також для створення технологічної бази даних для керованого формування параметрів лазерних різів з широко застосовуваних низьковуглецевистих Ст3 для різноманітних умов експлуатації деталей.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Результати аналізу роботи, в тому числі за допомогою перевірки тексту дисертації з використанням

системи виявлення текстових збігів, свідчать про відповідність дисертації принципам академічної доброчесності.

Повнота опублікованих результатів дисертації. За результатами дисертаційної роботи опубліковані 4 наукові праці у наукових фахових виданнях та 1 тезу доповіді в збірнику матеріалів конференції. Вказані публікації відображають основний зміст дисертації, об'єм та характер проведених теоретичних та практичних досліджень.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідалися на XV міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» Том 1 22 - 23 травня 2025 р. м. Чернігів С.82-83.

Оцінка змісту роботи, її завершеність.

Представлена дисертаційна робота Сердюка С.П. за своїм змістом повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 131 – Прикладна механіка та предметній області, що визначена освітньо-науковою програмою підготовки докторів філософії з Прикладної механіки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, наведені результати та висновки свідчать про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям дослідження новітніх проблем механіки суцільного середовища, аналізу й оптимізації конструкцій та технологій виробництва машин.

Після аналізу представленого звіту подібності та перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння можна стверджувати, що кваліфікаційна робота Сердюка С.П. є результатом його власних оригінальних наукових досліджень. У роботі відсутні ознаки фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату, запозичень або несанкціонованого використання здобувачем результатів інших авторів. Використані дисертантом ідеї, результати та тексти інших авторів чітко відзначені відповідними посиланнями.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна праця С.П. Сердюка викладена українською мовою. Суть дисертаційної роботи подана послідовно, зрозуміло та стисло. Автор використав загальноприйнятту технічну термінологію, що сприяє повному розумінню представлених результатів досліджень.

Подані у дисертації результати досліджень систематично розподілені на окремі розділи, що дозволяє іншим ученим чітко розуміти послідовність кроків у виконанні досліджень. Представлений графічний матеріал, що включає власні фотографії, графіки та скріншоти, повністю відображає результати експериментальних, аналітичних і розрахункових досліджень.

Дисертаційна робота Сердюка С.П. складається: з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 139 сторінки, з них обсяг основного тексту – 109 сторінок, 38 рисунків, 8 таблиць, список використаних джерел складає 61 найменування.

У **вступі** до дисертаційної роботи висвітлена актуальність теми, сформульована мета та основні положення, які подаються на захист, обґрунтовані наукова новизна та практична цінність роботи, надана інформація про апробацію результатів і публікації за темою роботи.

Перший розділ містить аналіз сучасного стану питання, що вивчається, визначення мети та формулювання задач дослідження. У розділі наведені результати аналізу особливостей лазерного різання сталей із використанням сучасних лазерних технологій. Розглянуто особливості використання лазерного випромінювання для різання низьковуглецевих сталей, в тому числі актуальні проблеми, що виникають при розробці даного технологічного процесу. На основі проведеного аналізу визначені мета та завдання досліджень

Другий розділ присвячено опису технологічного обладнання, методів виконання експериментальних досліджень та розробці методики розрахунків регресійних моделей, що описують процес газолазерного різання та впливу технологічних параметрів на якісні характеристики бічних поверхонь отриманих зразків.

У розділі наводиться опис оригінального вимірювального стенду для визначення геометричних характеристик газового струменя та розподілу контактного тиску. Наведено алгоритм проведення вимірювань, методи калібрування та оцінки похибок, що забезпечують високу точність експериментальних даних. Наведено методику визначення мікрогеометрії, структури та фізико-механічних властивостей зразків в умовах наближених до реальних.

У третьому розділі наведені результати експериментальних досліджень взаємодії між струменем асистуючого газу і деталлю, що формує так званий ріжучий тиск, який в основному і обумовлює характер видалення розплаву з зони різання. У розділі представлені результати комплексу системних теоретичних та експериментальних досліджень, що дозволили отримати масив даних, та виявити закономірності впливу внутрішньої структури та розмірів сопла, манометричного тиску всередині сопла, величини зазору між соплом деталлю на геометрію сформованого струменя асистуючого газу (повітря і кисень) та величини ріжучого тиску в довільному його перетині при гальмуванні на поверхні деталі.

Також встановлені чисельні закономірності формування ріжучого тиску на вісі струменя газу для дозвукових та надзвукових швидкостей в залежності від тиску на вході в сопло та величини зазору між соплом та деталлю за використання в якості асистуючих газів повітря та кисню.

У четвертому розділі наведено результати повнофакторного експерименту по визначенню ефективних режимів газолазерного різання низьковуглецевих в середовищі кисню. Також наведені результати комплексу досліджень по встановленню режимів та умов максимальної продуктивності різання низьковуглецевих сталей без втрати заданої якості обробки за використання в якості асистуючого газу - кисню. У розділі наведено діапазони збалансованих параметрів лазерного променя при різанні листової низьковуглецевої сталі стандартного ряду товщин випромінюванням оптоволоконного лазера потужністю 12 кВт. Наведено режими різання, які забезпечують високу продуктивність та кількісний контроль за параметрами якості різку, що відповідають вимогам стандарту ISO 9013:2017.

Отримані результати покладені в основу технологічної інструкції до серійних верстатів моделі AFX-PRO-12000-1530LD. Проведена експериментальна верифікація підтвердила високу відтворюваність застосовуваних режимів обробки. Відхилення параметрів якості від табличних значень не перевищувало 5%.

Загальні висновки щодо дисертації. Дисертація Сердюка С.П. є актуальною, завершеною комплексною науково-дослідною роботою, яка містить нові результати, які є науковими та практичними досягненнями. Дослідження виконувались із застосуванням ефективних методів та сучасного обладнання при проведенні статистичного та математичного аналізу та вивчення змін структури, структурно-фазового складу, фізико-механічних властивостей досліджуваних матеріалів. Приведені в роботі висновки, пропозиції та рекомендації безумовно мають наукову та практичну цінність. Матеріали дисертації відображені у достатній кількості фахових та міжнародних наукових виданнях, тезах доповідей.

Зауваження до роботи:

1. В розділі 1.1 наведено фразу «Струмінь інертного газу (азоту) лише механічно видаляє розплавлену частину матеріалу, запобігаючи його окисленню», з наведеного не зрозуміло яким чином азот увійшов до переліку інертних газів групи періодичної системи елементів та яким чином він запобігає окисленню? Про азот як інертний газ також згадується у розділі 1.2.

2. Викликає жаль, що у роботі не розглядається можливість використання інших матеріалів, таких як кольорові метали, а також не досліджуються можливості застосування інших газів крім кисню та повітря, що суттєво звужує область застосування результатів досліджень.

3. В роботі, зокрема у розділі 1.3.2, на жаль, не розглядаються інші види розподілу інтенсивності лазерного випромінювання ніж Гаусів, не пояснюючи чому саме Гаусів розподіл інтенсивності випромінювання дозволяє отримати найкраще в даному випадку «гостре» фокусування лазерного випромінювання.

4. В роботі відсутня згадка про таке явище як утворення «лазерної плазми» - плазмової хмари навколо зони обробки (особливо при таких високих - 12 кВт, значеннях потужності лазерного випромінювання), шкідливий вплив цієї хмари на поглинання енергії лазерного випромінювання та на ефективність технологічного процесу в цілому.

5. Наявна певна декларативність деяких висновків наприклад про «зростання енергоефективності процесу зі збільшенням товщини заготовки» (розділ 4), адже у розділі цьому питанню приділено занадто мало уваги.

6. При аналізі розділів 3 та 4 не зрозуміло чому автор не досліджує вплив повного переліку чинників впливу на процес газолазерного різання, наведених у розділі 1.3, їх аналіз та оцінку значущості? Також відсутні однозначні висновки про доцільність використання повітря чи кисню в тих чи інших випадках.

7. В роботі відсутня будь-яка оцінка економічної ефективності розробленого технологічного процесу та порівняння його з іншими сучасними методами різання.

8. В роботі відсутній перелік умовних позначень, скорочень і аббревіатур, що утруднює розуміння деяких викладених результатів.

Заключення. Дисертація Сердюка С.П. не зважаючи на зауваження, за рівнем теоретичних і експериментальних досліджень є завершеною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, що у сукупності вирішують важливу науково-прикладну задачу управління процесом газолазерного різання нержавіючих сталей з метою покращення якості бічної поверхні виробів і відповідає галузі знань 13 – «Механічна інженерія» і спеціальності 131 – «Прикладна механіка».

Дисертаційна робота за своїми актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною у повній мірі відповідає вимогам чинного законодавства України, які сформульовані в п.п. 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», який затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. за № 44.

Здобувач Сердюк Станіслав Петрович повною мірою заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент,
провідний науковий співробітник
Фізико-технологічного інституту
металів і сплавів НАН України, к.т.н.



Олександр ШАТРАВА

Підпис Олександра ШАТРАВИ "ЗАСВІДЧУЮ"

Вчений секретар ФТІМС НАН України, к.т.н.



Володимир ЛАХНЕНКО

«24» червня 2026 р.

