

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне
значення результатів дисертації
СЕРЕДЮКА СТАНІСЛАВА ПЕТРОВИЧА**

на тему:

**«Технологічне забезпечення максимальної продуктивності газолазерного
різання низьковуглецевих сталей випромінюванням потужних
оптоволоконних лазерів »
для здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка**

Публічна презентація наукових результатів дисертації відбулася на засіданні кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління (далі – ПХВВНП) Черкаського державного технологічного університету (далі – ЧДТУ) 11 травня 2026 року, протокол № 10.

ПРИСУТНІ:

Осипенко В.І., завідувач кафедри ПХВВНП, д.т.н., професор;
Канашевич Г.В. завідувач кафедри ТОМВ, д.т.н., професор;
Плахотний О.П., професор кафедри енерготехнологій, д.т.н., доцент;
Мізнік Л.М., доцент кафедри ПХВВНП, к.т.н., доцент;
Філімонова Н.В., доцент кафедри ПХВВНП, к.т.н., доцент;
Мисник Л.Д., доцент кафедри ПХВВНП, к.т.н., доцент;
Тімченко О.В., старший викладач кафедри ПХВВНП;
Хандюк М.В., старший викладач кафедри ПХВВНП;
Прусс М.Р., асистент кафедри ПХВВНП.
Губар Є.Я., доцент кафедри ТОМВ, к.т.н., доцент;
Коваленко Ю.І., доцент кафедри ТОМВ, к.т.н., доцент;
Хижняк Є.В., старший викладач кафедри ТОМВ;
Шевченко С.Б., директор ТОВ «Арамис»;
Носов О.С., начальник цеху 224 ТОВ «НВК Фотоприлад»;
Горобець І.О., завідувач лабораторіями кафедри ПХВВНП;
Клинковська Л.О., провідний спеціаліст кафедри ПХВВНП;
Середюк С.П., аспірант кафедри ПХВВНП;
Несен П.О., аспірант кафедри ПХВВНП;

Тему дисертації було затверджено на засіданні вченої ради факультету комп'ютеризованих технологій машинобудування і дизайну 05 жовтня 2023 року (протокол №2). Науковий керівник: д.т.н., професор Осипенко Василь Іванович – призначений наказом ЧДТУ №250/04 від 26.09.2022.

1. Актуальність теми дослідження.

В останній час в багатьох промислових підприємствах України виникла гостра потреба якісного газолазерного різання сталей великих товщин (15 мм – 25 мм). Відкликаючись на потреби ринку провідний виробник лазерних технологічних установок в Україні компанія «Араміс» започаткувала випуск лінійки установок, укомплектованих оптоволоконними лазерами потужністю 12 кВт. При газолазерному різанні низьковуглецевих сталей за використання в якості асистуючого газу кисню таку потужність економічно доцільно використовувати при різанні сталей товщиною більше 15 мм. Однак в рамках конкретного підприємства часто виникає потреба в різанні на даних потужних установках відносно невеликих товщин (від 2 мм і вище). Визначення ефективних режимів різання у всьому стандартному діапазоні товщин є складною багатоетапною задачею, вирішення якої вимагає системного комплексу експериментальних досліджень, аналізу отриманих результатів та їх апроксимації математичними функціями, побудови узагальненої математичної моделі процесу. Такий підхід забезпечує досягнення максимальної швидкості різання за заданої якості поверхонь отриманих деталей, що і обумовлює високу економічну ефективність технології за використання оптоволоконних лазерів з максимальною вихідною потужністю 12 кВт.

З врахуванням цього, робота присвячена технологічному забезпеченню продуктивного та якісного газолазерного різання низьковуглецевих сталей на лінійці установок, укомплектованих оптоволоконними лазерами потужністю 12 кВт є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тема дисертаційного дослідження відповідає базовим цілям проекту Стратегії розвитку промислового комплексу України від 2018 року на період до 2025 року. Зокрема: «Модернізація та зростання промислового виробництва», «Підвищення ресурсоефективності промисловості», «Сприяння цифровізації промисловості».

При формулюванні теми, мети та завдань роботи також враховувалися матеріали наведені в підсумковому документі саміту ООН відносно прийняття порядку денного присвяченого питанням сталого розвитку на період після 2015 року «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року». Затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку та 169 завдань. Відповідно

до цілі 8 «Сприяння безперервному, всеохопному і сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх», завдання дисертаційної роботи розроблялися з врахуванням перспектив розвитку машинобудівної галузі України.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності визначення раціональних параметрів технологічних процесів різання низьковуглецевих сталей на установках, оснащених оптоволоконними лазерами потужністю 12 кВт, що забезпечують високу продуктивність процесу та відповідність якості деталей вимогам замовників.

Досягнення означеної мети передбачає виконання наступних завдань:

1. Провести аналіз відомих результатів досліджень процесу газолазерного різання низьковуглецевих сталей потужними оптоволоконними лазерами.

2. Розробити та адаптувати комплекс методик, приладів і обладнання для проведення системних експериментальних досліджень газодинамічних процесів у зоні різання та оцінки якості поверхонь різу відповідно до вимог стандарту ISO 9013:2017.

3. Виконати чисельне моделювання і здійснити серію системних експериментів та отримати достовірні дані про закономірності зміни величини ріжучого тиску асистуючого газу на поверхні деталі за використання дозвукових та надзвукових струменів повітря та кисню.

4. Експериментально обґрунтувати раціональні параметри режимів різання низьковуглецевих сталей оптоволоконним лазером потужністю 12 кВт, що забезпечують високу продуктивність, стабільність і якість виготовлених деталей.

5. З використанням методів повнофакторного експерименту отримати аналітичні залежності оптимальної потужності лазерного випромінювання та максимальної швидкості різання від товщини матеріалу при використанні оптоволоконного лазера потужністю 12 кВт.

6. Отримати узагальнену технологічну модель процесу газолазерного різання низьковуглецевих сталей в середовищі кисню оптоволоконним лазером потужністю 12 кВт.

7. Виконати енергетичний аналіз процесу газолазерного різання низьковуглецевих сталей в середовищі кисню оптоволоконним лазером потужністю 12 кВт.

Об'єкт дослідження – параметри лазерного променя та процесу газолазерного різання низьковуглецевих сталей випромінюванням оптоволоконного лазера потужністю 12 кВт.

Предмет дослідження – закономірності впливу параметрів лазерного променя та процесу на продуктивність та якість газолазерного різання низьковуглецевих сталей випромінюванням оптоволоконного лазера потужністю 12 кВт.

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації.

У дисертаційній роботі вирішена науково-прикладна задача, що полягає в отриманні нової точної інформації про закономірності впливу базових факторів процесу газолазерного різання низьковуглецевих сталей в середовищі кисню на продуктивність технології, за умови отримання відповідної поставленим вимогам якості отриманих деталей. Отримані результати підвищують ефективність проектування технологічних режимів різання низьковуглецевих сталей в середовищі кисню випромінюванням оптоволоконного лазера потужністю 12 кВт.

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, їхня новизна.

Дисертаційне дослідження містить у собі наступні наукові положення, розроблені особисто дисертантом:

– Вперше отримано аналітичні залежності оптимальної потужності та швидкості різання листової сталі ВСтЗсп від товщини листа за умов отримання параметрів якості, що відповідають вимогам стандарту ISO 9013:2017 при використанні оптоволоконного лазера з максимальною вихідною потужністю 12 кВт та кисню в якості асистуючого газу.

– Вперше запропоновано узагальнену технологічну модель, яка пов'язує швидкість різання з потужністю лазерного випромінювання та товщиною матеріалу при різанні листової сталі ВСтЗсп в середовищі кисню з використанням оптоволоконного лазера з максимальною вихідною потужністю 12 кВт.

– Вперше отримано чисельні параметри динаміки зміни енергоефективності процесу різання низьковуглецевих сталей в залежності від товщини листа при використанні оптоволоконного лазера з максимальною вихідною потужністю 12 кВт та кисню в якості асистуючого газу.

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

– Розширено уявлення про розподіл 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. Такий розподіл сприяє формуванню більш стабільного струменя та

розширенню області підвищеного тиску, що позитивно впливає на ефективність видування продуктів плавлення.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Наукові положення, висновки та рекомендації роботи обґрунтовані в повній мірі. Обґрунтованість отриманих теоретичних результатів дисертації базується на застосуванні основних положень теоретичних засад обробки матеріалів концентрованими потоками енергії, положень газодинаміки, методів математичного планування та обробки результатів експерименту. Експериментальні дослідження проводились на спеціалізованому лазерному обладнанні компанії «Араміс» з використанням сучасної реєструючої та вимірної техніки. Тема дисертаційної роботи відповідає основним цілям проекту Стратегії розвитку промислового комплексу України від 2018 року на період до 2025 року. Зокрема: «Модернізація та зростання промислового виробництва», «Підвищення ресурсоефективності промисловості», «Сприяння цифровізації промисловості».

При формулюванні теми та завдань досліджень було також враховано матеріали підсумкового документу саміту ООН щодо прийняття порядку денного у сфері розвитку на період після 2015 року «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року». Затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку та 169 завдань. Згідно з ціллю 8 «Сприяння безперервному, всеохопному і сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх», завдання дисертаційного дослідження розроблено з урахуванням галузевої специфіки розвитку України в машинобудівній галузі.

5. Рівень теоретичної підготовки здобувача, його особистий внесок у розв'язання конкретного наукового завдання. Рівень обізнаності здобувача з результатами наукових досліджень інших учених.

Дисертантом виконано змістовне дослідження предметної області, розглянуто основні методи та засоби технологій лазерної обробки матеріалів. На основі опрацювання значної кількості літературних джерел, наукових публікацій, патентного пошуку автором роботи в максимальній мірі враховані останні наукові досягнення в обраному напрямку дослідження. Отримані результати свідчать про ґрунтовні теоретичні знання дисертанта в галузі лазерних технологій різання металів, добрі навички планування та математичної обробки результатів експерименту.

6. Наукове та практичне значення роботи

Наукове значення роботи полягає в отриманні нової інформації про рівень впливу компонентів факторного простору на параметри процесу газолазерного різання та розробці технологічних режимів різання низьколегованих сталей випромінюванням оптоволоконного лазера потужністю 12 кВт, які забезпечують високу продуктивність і відтворюваність процесу та відповідну якість отриманих деталей.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

– Визначено раціональні технологічні режими різання для стандартного ряду товщин листового матеріалу, що забезпечують високу продуктивність процесу та параметри якості різку, які відповідають вимогам стандарту ISO 9013:2017.

– Встановлено експериментальні залежності оптимальної вихідної потужності лазерного випромінювання та максимальної швидкості якісного різання від товщини оброблюваного матеріалу. Отримані аналітичні апроксимаційні залежності дозволяють здійснювати інженерну оцінку раціональних параметрів технологічного процесу лазерного різання.

– Обґрунтовано та реалізовано комплекс методик і вимірювальних засобів для визначення показників якості бокової поверхні різку. Використання запропонованого підходу забезпечує достовірну оцінку геометричних та мікрогеометричних характеристик поверхні різку, що створює необхідні передумови для встановлення взаємозв'язку між параметрами технологічного процесу лазерного різання та якістю сформованої поверхні.

– Сукупність розроблених експериментальних засобів і методик створює методичну основу для подальшого дослідження фізичних закономірностей формування ріжучого струменя асистуючого газу та його впливу на ефективність видалення розплавленого металу із зони різання, що є необхідною умовою оптимізації технологічних режимів лазерного різання.

7. Використання результатів роботи

– За результатами проведених досліджень розроблено технологічну карту параметрів газолазерного різання сталі ВСтЗсп для верстатів моделі AFX-PRO-12000-1530-LD, яка може бути використана як практична основа для налаштування режимів різання на промислових лазерних установках

8. Повнота викладу матеріалів дисертації

За матеріалами дисертаційного дослідження опубліковано 5 наукових праць, у тому числі 4 наукові статті у вітчизняних фахових наукових виданнях, 1 теза доповіді на міжнародній науково-практичній конференції.

Повний перелік публікацій:

- статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. V. I. Osypenko. The influence patterns of nozzle design and technological parameters of gas-assisted laser cutting on the stagnant pressure of assisting gas / V. I. Osypenko, O. P. Plakhotnyi, S. P. Serediuk, M. R. Pruss, O. V. Timchenko // Bulletin of Cherkasy State Technological University, 3/2023 P 156-167. DOI: 10.24025/2306-4412.3.2023.288972. <http://vtn.chdtu.edu.ua/article/view/288972>

2. В.І. Осипенко. Експериментальне обґрунтування ефективних режимів різання сталей випромінюванням потужного оптоволоконного лазера / В.І. Осипенко, О.П. Плахотний, М.Р. Прусс, С.П. Середюк // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 78/2024 Ст 100-108. DOI 10.36910/775.24153966.2024.78.14.

https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/naukovi_notatky/article/view/1569 .

3. Закономірності формування ріжучого тиску на вісі струменя асистуючого газу при газолазерному різанні / С.П. Середюк, В.В. Чудов // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 84/2025 Ст 233–240. DOI 10.36910/775.24153966.2025.84.37

https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/naukovi_notatky/en/article/view/2138/1954

4. В.І. Осипенко. Експериментальне визначення ефективних режимів та аналітичне моделювання процесу лазерного різання низьковуглецевих сталей оптоволоконним лазером потужністю 12 квт / В.І. Осипенко, С.П. Середюк // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 85/2026

5. В.І. Осипенко «Технологічне забезпечення якісного газолазерного різання 12 мм нержавіючої сталі» / О.П. Плахотний, М.Р. Прусс, С.П. Середюк // XV міжнародна науково-практичної конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» Том 1 22 - 23 травня 2025 р. м. Чернігів С.82-83.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, що виносяться на захист, одержані здобувачем самостійно. У публікаціях, виконаних у співавторстві, особисто здобувачу належать: [1] – Здобувач виконав повний цикл налаштування технологічної установки для проведення експериментів. Безпосередньо виконав серію досліджень розподілу ріжучого тиску в зоні гальмування газового струменя. Приймав участь у аналізі отриманих результатів експериментів та формулюванні висновків дослідження; [2] – Здобувач виконав повний цикл налаштування технологічної установки для проведення експериментів та безпосередньо виконував весь комплекс досліджень по встановленню діапазону збалансованих параметрів лазерного променя та лазерного процесу при різанні листової сталі ВСтЗсп стандартного

ряду товщин. Здійснював вимірювання якості оброблених зразків відповідно до стандарту ISO 9013:2017. Приймав участь у аналізі отриманих результатів експериментів та формулюванні висновків дослідження; [3] – Здобувач проводив експериментальні дослідження на модернізованому стенді, здійснював калібрування вимірювального обладнання. Безпосередньо виконував натурні випробування на обладнанні з оптоволоконним лазером та вимірювальними приладами. Крім того, здобувач долучився до формулювання частини аналітичних висновків дослідження, та брав участь у підготовці текстових і графічних матеріалів; [4] – Здобувач виконав експериментальне дослідження процесу газолазерного різання та зробив обробку експериментальних даних для створення аналітичних апроксимаційних залежностей. Запропонував узагальнену технологічну модель процесу різання. Крім того, здобувач долучився до інтерпретації отриманих результатів та оформлення графіків і таблиць для публікації. [5] – Здобувач виконав експеримент та обробив результати. Крім того, здобувач долучився до інтерпретації отриманих результатів та оформлення.

9. Апробація матеріалів дисертації. Результати досліджень дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на XV міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»

10. Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертацію написано з дотриманням норм і правил граматики, а стиль викладу в ній матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Дисертація повною мірою відповідає п.6, 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення спеціалізованої вченої ради ЧДТУ». Робота містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які виконують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 13 – Механічна інженерія.

Дисертацію виконано державною мовою та відповідно до наявних вимог щодо оформлення.

11. Відповідність змісту дисертації освітньо-науковій програмі, з якої вона подається до захисту.

Зміст дисертації повністю відповідає освітньо-науковій програмі «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» спеціальності 131 – Прикладна механіка.

12. Рекомендація дисертації до захисту.

Враховуючи рівень наукових досліджень, актуальність теми дисертаційної роботи та наукову новизну отриманих результатів, учасники

фахового семінару кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління одногolosно ухвалили рішення затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Середюка Станіслава Петровича на тему «Технологічне забезпечення максимальної продуктивності газолазерного різання низьковуглецевих сталей випромінюванням потужних оптоволоконних лазерів» для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка галузі знань 13 – Механічна інженерія та рекомендувати до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді Черкаського державного технологічного університету.

У голосуванні брали участь 12 осіб. Результати голосування:

«ЗА» – 12

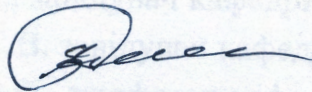
«ПРОТИ» – немає.

УТРИМАЛИСЬ – немає.

Головуючий

завідувач кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління,

д.т.н., професор



Василь ОСИПЕНКО