

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Данилейка Олександра Олександровича
на тему «Підвищення експлуатаційних властивостей сталевих виробів
комбінованою лазерною термомеханічною поверхневою обробкою»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 13 «Механічна інженерія»
за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота, що сконцентрована на вивченні проблеми збільшення втомної стійкості виробів із середньолегованих сталей до зношування та корозії, має значне теоретичне і практичне значення у сфері сучасного машинобудування. Особливості умов експлуатації конструктивних елементів та деталей машин потребують розв'язку цієї проблеми. Перебування конструктивних елементів під агресивним механічним, тепловим, хімічним впливом призводить до прискореного зношування й зміни експлуатаційних характеристик, а тому розробка ефективних методів зміцнення виробів з конструкційних сталей у контексті сучасних технологічних вимог та проблем має вирішальне значення для забезпечення конкурентоздатності виробництва, оскільки це дозволяє покращити експлуатаційні характеристики продукції та зменшити собівартість її виготовлення.

У даній дисертаційній роботі основний акцент робиться на використанні лазерної термічної обробки як ключового аспекту для підвищення міцності конструкційних середньолегованих сталей. Здобувач обґрунтовує ефективність застосування комбінованої термомеханічної поверхневої обробки, що дозволяє наблизити структуру та поверхневий шар деталей до вимог, які обумовлені геометрією поверхні та фізико-механічними властивостями виробів. Це є важливим внеском у практичну реалізацію інноваційних технологій у виробництво.

Актуальність проведеного дослідження визначається практичною необхідністю розробки та впровадження ефективних комбінованих методів обробки в промисловості з метою підвищення експлуатаційних характеристик виробів, виготовлених зі сталі 30ХГСА, зокрема корпусів коронки для колонкового буріння та головних інструментів дробарок ударного типу. Отримані результати можуть бути практично застосовані в виробництві, сприяючи підвищенню якості та довговічності експлуатації елементів технологічного обладнання, зменшення витрат на їх виготовлення,

що відображає суттєвий внесок дисертаційної роботи в розвиток сучасного машинобудування.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в такому:

1) здобувачем висунута наукова гіпотеза та проведено теоретичне обґрунтування доцільності розробки комбінованого способу лазерного термомеханічного зміцнення, що полягає у попередньому деформуванні оброблюваної поверхні з її наступним лазерним гартуванням. Теоретично було визначено оптимальні технологічні режими зміцнення виробів зі сталі 30ХГСА, що забезпечує підвищення глибини зміцнення та покращує фізико-механічні властивості поверхневого обробленого шару; результатом цього впливу є підвищення зносостійкості поверхні виробів більше ніж у 13 разів.

2) на основі критерію глибини зміцненого шару розроблено алгоритм визначення оптимальних технологічних режимів обробки. Алгоритм визначає ефективну схему комбінованої лазерної термомеханічної обробки інструментів із середньолегованих сталей.

3) запропоновано розрахунково-експериментальну залежність для визначення зони деформаційного впливу під час охолодження при використанні комбінованого лазерного термомеханічного зміцнення за суміщеною схемою.

4) експериментально підтверджено, що попередній деформаційний вплив дробоструминної обробки перед термічним впливом лазерного променя значно збільшує глибину поверхневого шару при використанні об'ємногартованого зразку, порівнюючи зі зразком без попереднього гартування.

5) вивчено зміну глибини зміцненого поверхневого шару, його мікротвердості, розмірів кристалітів, ступеню їх деформації й величини внутрішніх залишкових напружень, а також зносо- та корозійної стійкості зразків, зміцнених одиничними та комбінованими термомеханічними методами обробки з використанням динамічного деформаційного впливу інструментів та термічної дії лазерним променем.

Розроблені у роботі наукова гіпотеза та теоретичні висновки про доцільність запропонованої комбінованої технології мають всі ознаки наукової новизни. Їх достовірність, обґрунтованість та сформульовані практичні рекомендації підтверджуються використанням розроблених методик та технологій під час проведення експериментів на підприємствах машинобудівної галузі.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі лазерної техніки та фізико-технічних технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом доцента кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій НН ІМЗ ім. Є.О. Патона, к.т.н., доц. Лесика Дмитра Анатолійовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання розробити комбінований спосіб для підвищення зносо- та корозійної стійкості виробів зі сталі 30ХГСА з використанням лазерно-термічної та дробостуминної обробок виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Данилейка О. О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Прикладна механіка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям постобробки виробів, виготовлених з використанням адитивних технологій.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Данилейка Олександра Олександровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал дисертації викладено послідовно та доступно, використано загальноприйняту термінологію.

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 246 сторінок.

У вступі розкрито актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами, планами та темами; визначено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження; окреслено наукову новизну та практичне значення одержаних результати; наведено інформацію про апробацію результати дисертаційної роботи та вказано на особистий внесок здобувача.

У першому розділі «Особливості поверхневого зміцнення металевих деталей лазерною термомеханічною обробкою» проаналізовано сучасні українські та зарубіжні дослідження, присвячені розробці нових методів

зміцнення поверхні матеріалу з використанням адитивних, лазерних та комбінованих технологій зміцнення з метою підвищення фізико-механічних властивостей сталевих виробів. Орієнтуючись на традиційні та сучасні результати у досліджуваній галузі, обґрунтовано доцільність використання для середньовуглецевих сталей комбінованого термдеформаційного процесу з використанням енергії лазерного променя та імпульсних ударних джерел енергії для збільшення глибини поверхневого зміцнення виробів.

У другому розділі «Теоретичні дослідження процесу термомеханічної поверхневої обробки» представлено результати теоретичних пошукових досліджень обґрунтування доцільності використання процесу термомеханічної поверхневої обробки; описано алгоритм визначення оптимальних технологічних режимів за критерієм глибини зміцненого шару для визначення ефективного варіанту реалізації комбінованої схеми лазерної термомеханічної поверхневої обробки інструментів із середньолегованих сталей; наведено розрахунково-експериментальну залежність нагрівання й охолодження поверхневого оброблюваного шару, що характеризує мартенситне перетворення.

У третьому розділі «Матеріали, обладнання та методики проведення експериментальних досліджень» детально описано використані у ході дослідження матеріали, обладнання та методики експериментальних досліджень; охарактеризовано розроблені та модернізовані здобувачем спеціалізовані технологічні установки на базі обладнання з числовим програмним керування для комбінованого динамічного та статичного поверхнево-пластичного деформування з обертанням, модернізовані пристрої для металографічних досліджень, установку для випробовування зразків на зносостійкість. Запропоновано методики експериментальних досліджень для визначення структури поверхневого шару, твердості та мікротвердості зміцнених зон, методи випробувань на зношування і корозійну стійкість поверхні зразків для оцінювання трибологічних властивостей та контактної взаємодії матеріалів за умов квазістатичних та динамічних режимів навантаження. Окрім того, у межах розділу розглядається методика термомеханічної поверхневої обробки металевих виробів за комбінованою схемою, яка спочатку передбачає проведення пластичної деформації поверхневого шару виробу високошвидкісним потоком зі сферичними дрібнорозмірними частками (для утворення подрібненої активованої структури) з подальшою термообробкою – високошвидкісним нагріванням лазерним променем поверхні деталі до температури області стабільного аустеніту та подальшим миттєвим охолодженням із швидкістю вище критичної швидкості гартування. Доведено, що використання цієї методики

дозволяє досягти високої твердості та міцності поверхневого шару металевих виробів.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» визначено оптимальні технологічні режими комбінованої термомеханічної поверхневої обробки інструментів зі сталі 30ХГСА, які дозволяють збільшити глибину та твердість зміцненого шару поверхні деталі. На основі здійсненого дослідження мікроструктури, хімічного складу, твердості та напружень у приповерхневих шарах зміцнених деталей, виготовлених зі сталі 30ХГСА, зазначено значну перевагу застосування комбінованої лазерної термомеханічної поверхневої обробки порівняно з іншими, зокрема дробоструминною обробкою, лазерною термічною обробкою, низькочастотною ударною обробкою тощо. Встановлено, що комбіноване термомеханічне зміцнення дробоструминною та лазерною термічною обробками забезпечує формування в поверхневому шарі деталі залишкових напружень стиску, які у 1,7 рази перевищують значення напружень стиску після лазерно-термічної обробки, а зносостійкість зразків після комбінованої обробки збільшується у більш ніж 13 разів. Встановлено, що комбінована дія дробоструминної та лазерної термічної обробки зменшує кількість гідроксиду заліза на поверхні матеріалу після сформованого регулярного мікрорельєфу поверхні після дробоструминної обробки. При розрахунках напружень та запасу міцності інструменту використано SolidWorks.

У п'ятому розділі «Рекомендації до практичного використання» представлено спроектовану і виготовлену здобувачем експериментальну установку для оздоблювально-зміцнювальної обробки металевих виробів комбінованою лазерною термомеханічною поверхневою обробкою; обґрунтовано доцільність використання для підвищення якості зміцненого поверхневого шару наконечник для статичного і низькочастотного ударного поверхнево-пластичного деформування з обертанням; запропоновано для практичного використання конструкції обладнання для дробоструминної обробки з метою підвищення продуктивності термомеханічної поверхневої обробки. Для оптимізації технологічних режимів комбінованої лазерної термомеханічної поверхневої обробки запропоновано алгоритм визначення вхідних технологічних режимів за роздільною схемою.

У додатках представлено матеріали, які підтверджують впровадження результатів дослідження на технологічних виробництвах різної форми власності, наведено таблиці та графічні матеріали, що становлять базу експериментальних даних дослідження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 25 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 5 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus, з яких 3 статті у виданнях, віднесених до першого – третього кuartилів (Q1-Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 7 патентів України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 8 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача вирізняються високим науковим рівнем та отримані з дотриманням принципів академічної доброчесності. У роботах, підготовлених у співавторстві, дисертанту належать розділи та положення, що були розроблені самостійно. Інформація щодо особистого внеску здобувача по кожній опублікованій ним роботі наведена у Додатку А «Список опублікованих праць за темою дисертації» дисертаційної роботи.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У своїх дослідженнях здобувач переважно застосовує сталь 30ХГСА, що досить широко застосовується у виробках, які працюють в важко навантажених умовах з підвищеним зношуванням контактних поверхонь під час експлуатації. Вважаю, що здобувачу доцільно було б розширити область дослідження шляхом включення пошукових та експериментальних досліджень на інших конструкційних сталях. Це сприяло б більш об'єктивному порівнянню та розумінню можливостей запропонованої комбінованої технології обробки.

2. Важливо деталізувати процес формування залишкових напружень та збільшення зносостійкості після комбінованого термомеханічного зміцнення. Доцільно було б надати додаткові пояснення щодо того, як ці процеси впливають на властивості досліджуваного матеріалу.

3. В контексті обладнання для дробоструминної обробки доцільно було б вивчити можливість реалізації комбінованої технології термомеханічної обробки, де дробоструминне зміцнення та лазерна термічна обробка виконувалися б паралельно, на об'єднаному обладнанні одночасно. Це могло б підвищити продуктивність запропонованої здобувачем технології.

4. З метою підвищення значимості та популяризації розробленої здобувачем технології в Україні та за її межами, вважаю доцільним рекомендувати здобувачу розробити патенти на винахід для забезпечення

більш широкого захисту своїх прав.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

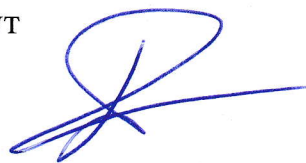
Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Данилейка Олександра Олександровича на тему «Підвищення експлуатаційних властивостей сталевих виробів комбінованою лазерною термомеханічною поверхневою обробкою» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 13 «Механічна інженерія». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в 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», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Данилейко Олександр Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Рецензент:

доцент кафедри лазерної техніки
та фізико-технічних технологій
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
к.т.н.



Михайло БЛОЩИЦІН

М.П.

«08» січня 2024 року

