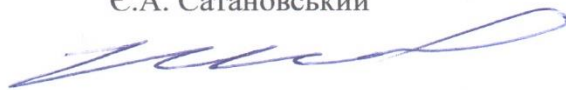


До спеціалізованої вченої ради
Д 64.832.04 при
Харківському національному технічному
університеті сільського господарства
імені Петра Василенка

Затверджую:
Начальник ЦЗЛ (34)
Державного підприємства
«Завод ім. В.О. Малишева»
Є.А. Сатановський

ВІДГУК



офіційного опонента на дисертацію **Волкова Олега Олексійовича** на тему: «Підвищення експлуатаційної стійкості деталей та інструменту методом термофрикційного зміцнення», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – «Матеріалознавство»

Актуальність обраної теми дисертації

Тема дисертаційної роботи Волкова О.О. присвячена підвищенню поверхневої міцності деталей з конструкційних та інструментальних сталей для забезпечення в них необхідної експлуатаційної стійкості.

Актуальними в наш час є підходи з використанням комплексних методів оброблення, які б дозволяли забезпечувати суттєве покращення властивостей матеріалу.

Термофрикційне оброблення (ТФО), яке є одним із ресурсозберігаючих методів саме відповідає таким вимогам. При цьому ефект зміцнення завдяки ТФО може суттєво перевищувати максимальний рівень зміцнення матеріалів, який можна отримувати за допомогою стандартних методів оброблення. Рівень властивостей та якості залежить від параметрів ТФО, хімічного складу матеріалів, їх вихідного стану та інших факторів. Однак це питання є недостатньо вивченим, тому актуальним є експериментальне та теоретичне обґрунтування технології зміцнення сталей різних класів з використанням методу термофрикційного зміцнення (ТФЗ). Важливим є оптимізація режимів ТФЗ, та виявлення факторів, які можуть мати домінуючу роль в процесі оброблення матеріалів. Саме тому робота, яка спрямована на підвищення експлуатаційної стійкості деталей та інструменту методом термофрикційного зміцнення може бути віднесена до важливих та актуальних. Такі дослідження дозволять отримати чітке уявлення про природу ефекту зміцнення при ТФО з використанням основних положень теорії структурних і фазових перетворень в матеріалах, та сформулювати системний підхід до ТФЗ, як до ефективного методу, що дозволяє забезпечувати зміцнення різного типу виробів.

Зазначені обставини були підґрунтям для формування дисертантом Волковим О.О. обґрунтованого науково-технічного завдання, вирішення якого відкрило шляхи для розкриття природи зміцнення сталей при ТФЗ та підвищення експлуатаційної стійкості виробів.

Вищезазначене, характеризує тему рецензованої дисертації як *актуальну*, та підтверджують її відповідність вимогам за ознакою «актуальність обраної теми дисертації».

Оцінка обґрунтованості наукових положень дисертації, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна

Обґрунтованість наукових положень дисертації відповідає встановленим критеріям. У дисертаційній роботі виконано наукові розробки у галузі матеріалознавства, які забезпечують вирішення актуальної науково-технічної проблеми підвищення експлуатаційної стійкості деталей та інструменту методом термофрикційного зміцнення, що можуть працювати в складних умовах тертя і зношування, шляхом оптимізації основних факторів зміцнення, для впливу на їх структуроутворення і властивості.

Дисертант запропонував загальний комплексний підхід до теоретичних та експериментальних досліджень з оцінкою впливу різних факторів оброблення на структуроутворення та властивості сталей з різним вмістом вуглецю та різним ступенем

легованості.

Теоретичні дослідження розробляли на основі фундаментальних положень матеріалознавства, термодинаміки, термічного оброблення матеріалів, та математичного планування експерименту.

Лабораторні та промислові дослідження виконано на сучасному устаткуванні та вимірювальному обладнанні. Використовували сучасні методи досліджень: оптичну та електронну мікроскопію, рентгеноструктурний аналіз, оцінку твердості, мікротвердості та рівня напружень. Для оцінки структурного стану виробів використовували удосконалені методики виготовлення мікрошліфів.

Для вивчення теплових явищ під час ТФЗ використано метод розрахунку температурних полів. При цьому окремі зразки у вигляді пластин гальванічно покривалися тонким шаром олова з метою визначення, за допомогою експериментально-розрахункового методу, глибини прогрівання при ТФЗ.

З метою оптимізації режимів ТФЗ сталей для отримання необхідного співвідношення мікротвердості та глибини зміцнення, проводилося математичне планування експерименту та обрана математична модель.

При проведенні досліджень для визначення структурного стану по перерізу зразків використані методи металографічного аналізу з використанням оптичної, електронної та растрової електронної мікроскопії, проведені дюрOMETричні дослідження.

Для вивчення фазового складу «білого поверхневого шару», який формується в сталях під дією ТФЗ використано метод рентгенівського фазового якісного аналізу.

Оцінка залишкового напруженого стану поверхневого шару після ТФЗ проведена з використанням методу рентгеноструктурного аналізу.

Якість поверхні на різних етапах оброблення досліджували за допомогою профілографа-профілометра «Taylor-Hobson».

Для аналізу теплостійкості «білого поверхневого шару», отримано-го при ТФЗ під впливом нагрівання проводилась оцінка структурних змін, які відбуваються при нагріванні зразків після їх ТФЗ. Вона показала, що має місце відносна стабільність «білого поверхневого шару». В усіх зразках після нагрівання зберігаються три характерні зони, які розглянуті раніше.

Обґрунтовані положення і висновки рецензованої роботи не вступають у протиріччя з фундаментальними основами сучасного матеріалознавства і фізики твердого тіла.

Вирішення поставленої науково-технічної проблеми дозволило автору одержати низку нових результатів, що складають наукову новизну дисертації. Вважаю за необхідне наголосити на найважливіших положеннях:

Вперше:

– експериментально виявлено та підтверджено різними методами досліджень особливості структури та фазового складу «білого приповерхневого шару» після ТФЗ;

– встановлено природу зміцнення при ТФЗ, яка полягає у формуванні в приповерхневих шарах матеріалу нетипової структури – «дрібнозернистий деформований мартенсит» у поєднанні з ϵ -карбідом, що формується в специфічних умовах одночасної дії термічного і деформаційного факторів;

– виконані розрахунки та побудовані температурні поля, які застосовували для аналізу та керування тепловими параметрами для керування структуроутворенням в сталях при ТФЗ;

– встановлено ефект додаткового зміцнення при перекритті «білих шарів» під час багатопрохідного ТФЗ за рахунок циклічного термодформаційного впливу в умовах підвищеної стартової твердості;

– науково обґрунтована можливість одночасного ефективного зміцнення та отримання необхідної якості поверхні виробів при ТФЗ сталей з різним вмістом вуглецю та різним ступенем легованості.

Отримали подальший розвиток:

– теорія аналізу теплових явищ по перерізу об'єктів при ТФЗ з побудовою

температурних полів, що дозволяє прогнозувати перетворення на різних глибинах від поверхні під дією ТФО;

– теорія термодформаційного структуроутворення в умовах ТФЗ поверхні, використання якої, на відміну від існуючих, дозволяє оцінити домінуючий механізм при зміцненні поверхні деталей з різних матеріалів.

Удосконалено:

– спосіб, який дозволяє при багаторазовому переполіруванні з локальним дотравлюванням одночасно порівнювати та аналізувати усі шари перерізу зразків, незважаючи на різну їх здатність до травлення;

– метод ТФЗ поверхні, що на відміну від відомих додатково включає багатопрхідне оброблення з перекриттям сусідніх проходів, та дозволяє отримувати ефект вторинного термодформаційного зміцнення з більш високим комплексом механічних характеристик.

Значимість результатів дисертаційної роботи для науки і практики

Основні результати досліджень можуть використовуватись для підвищення експлуатаційної стійкості деталей машин та інструмента шляхом їх ТФЗ, що дозволяє корегувати вибір більш дешевих марок сталей з покращенням їх властивостей при зміцненні. Розроблено удосконалений спосіб зміцнення поверхні, а також інструмент та технологію одночасного зміцнення та шліфування поверхні, що захищено патентами України на винахід, (№ 90192, № 90191).

Основні практичні результати роботи пройшли випробування:

– на ДП «КРОНО-МЕХСИСТЕМ» технології зміцнення деревообробного інструменту: отримані результати зміцнення деревообробного інструменту та його випробувань в промислових умовах підтвердили підвищення його стійкості після ТФЗ до 200 %;

– на ТОВ «АПОСТОЛОВАГРОМАШ» технології зміцнення деталей машин: показана ефективність можливість використання термофрикційного оброблення, як ефективного методу поверхневого зміцнення матеріалів з одночасним формуванням в деталях необхідних геометричних розмірів. Ефективність зміцнення при цьому обумовлена, переважно, формуванням «білого поверхневого шару» з надвисокими показниками твердості;

Згідно акту випробування результатів досліджень на підприємстві ДП «КРОНО-МЕХСИСТЕМ» та акту впровадження на підприємстві ТОВ «АПОСТОЛОВАГРОМАШ» при зміцненні інструмента, який використовувався для подрібнення та оброблення деревини, було показано, що стійкість деревообробного інструменту зростає до 200 % при цьому з урахуванням додаткових витрат на зміцнення витрати на інструмент зменшилися на 6 грн. на 1 м² поверхні, що оброблюється. На основі таких випробувань очікуваний економічний ефект станом на 2020 р. при зміцненні та використанні 100 000 шт. деревообробних ножів та різців може дорівнювати 480 000 грн.

Розробки, виконані в дисертаційній роботі, використовуються і в навчальному процесі: при викладанні лекційних курсів з дисциплін для студентів бакалаврів та магістрів зі спеціальності 132 «Матеріалознавство»: «Основи наукових досліджень нових функціональних матеріалів», «Основи наукових досліджень та організація НДР», «Зносостійкі та антифрикційні матеріали».

Повнота викладу основних результатів дисертації

Основні результати дисертаційної роботи Волкова О.О. опубліковані в 27 наукових працях, у тому числі: 14 статей у спеціалізованих наукових виданнях України і 1 стаття у міжнародних виданнях (у виданні, що включено до міжнародної наукометричної бази Scopus); 10 тез у збірниках доповідей наукових конференцій. Отримано 2 патенти України на винаходи.

Загалом вимоги стосовно повноти публікацій та апробації результатів дисертації Волкова О.О. виконано у повному обсязі.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертація Волкова О.О. складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 209 сторінок, у тому числі 12 додатків на 19 сторінках, обсяг основного тексту дисертації становить 190 сторінок, містить 88 рисунків, 16 таблиць. Список використаних джерел нараховує 139 найменувань на 17 сторінках.

Вступ дисертації обґрунтовує актуальність обраної теми, дана загальна характеристика поверхневого зміцнення матеріалів термофрикційними методами оброблення, сформульовані мета і завдання дослідження, визначені об'єкт і предмет дослідження, наведені основні наукові результати, що отримані автором, викладені основні положення наукової новизни і практичної цінності, апробація результатів дисертації.

У першому розділі пошукач наукового ступеню докладно висвітлив сучасний стан питання, провів огляд літературних джерел, присвячених проблемі поверхневого зміцнення за допомогою різних термодетформаційних методів. Показано, що досягнення зміцнення при таких методах оброблення обумовлено саме формуванням поверхневого «білого шару». Однак, відзначено, що природа і особливості формування та ідентифікація його структури, фаз, визначення впливу хімічного складу сталей на ефективність зміцнення при ТФО, визначення підвищення роботоздатності виробів в умовах експлуатації (експлуатаційної стійкості виробів) не визначені повною мірою. Це не дає можливості прогнозування та управління характеристиками «білого шару». Також залишаються актуальними питання, щодо механічного оброблення та якості поверхонь зміцнення. Зазначено, що успішне вирішення проблеми полягає у детальному комплексному дослідженні особливостей формування структури та властивостей сталей при зміцненні ТФО з визначенням фаз «білого шару», та розкриттям особливостей його формування залежно від хімічного складу матеріалу. На цій підставі сформульовано мету та завдання дослідження.

У другому розділі дисертант висвітлює узагальнену методологію виконання дисертаційної роботи. Наведено відомості про матеріали, що були використані в роботі, та методологію досліджень, яка включає використання комплексу експериментів з досліджень впливу ТФО, яка зміцнює (ТФЗ) на особливості формування структури та властивостей сталей.

Експерименти щодо ТФЗ проводилися на плоских і циліндричних зразках та деталях із сталей марок сталь 20, 45, 50, У7, У12, У8А, 65Г, Х12М, 15Х11МФ у двох попередніх станах: після відпалювання, та після гартування і відпускання. Такий вибір сталей пояснюється необхідністю охопити основний діапазон, щодо вмісту вуглецю – від 0,2 до 1,5 % С, та такі матеріали широко використовується в промисловості. ТФЗ проводили за двома принциповими схемами: для зміцнення плоских та циліндричних поверхонь відповідно на адаптованому для цього плоско- та круглошліфувальному обладнанні.

Вивчення структур проводили з використанням методів металографічної, оптичної, електронної та растрової електронної мікроскопії. Контроль якості зміцнення визначали вимірюванням мікротвердості поверхневих шарів та її змінами по перерізу зразків після ТФЗ за спеціальною методикою з використанням мікротвердоміра «ПМТ-3». Фазовий склад поверхневого «білого шару» сталей при ТФЗ визначався з використанням рентгенівського фазового аналізу. Визначення температури розігрівання матеріалів в зоні ТФЗ та швидкості охолодження проводили з використанням методики розрахунку температурних полів. При аналізі розподілу температури по глибині від поверхні зразків із сталей з різним ступенем легування і вмістом вуглецю при ТФЗ вирішували завдання теплопровідності з використанням методу джерел. Для оптимізації режимів ТФЗ сталей та отримання необхідного співвідношення мікротвердості та глибини зміцнення, проводили математичне планування експерименту. Для визначення напруженого стану після ТФЗ використовували метод рентгеноструктурного аналізу, який проводили пошарово від поверхні в глибину, що дозволило отримати інформацію про напружений стан в усіх важливих шарах перерізу зразка. Для покращення якості поверхні після ТФЗ розроблена методика фінішного

чистового оброблення. Шорсткість поверхні після ТФЗ та ТФЗ з наступним чистовим обробленням досліджували за допомогою профілографа-профілометра «Taylor-Hobson», та після порівняння отриманих результатів оцінювали якість поверхні і, за необхідністю, корегували параметри оброблення.

Представлена дисертантом методика проведення досліджень, що викладена у розділі 2, забезпечила одержання достовірних та коректних результатів.

Даний розділ дисертації свідчить про логічні та чіткі напрями реалізації поставленої мети роботи, та підтверджує здатність автора ставити та послідовно розв'язувати складні наукові завдання, застосовувати сучасні методики та обладнання, співставляти і аналізувати одержані різними методами результати, робити на їх основі науково і практично значимі висновки, що демонструє системний підхід до вирішення складних завдань.

Третій розділ присвячений аналізу впливу різних режимів ТФЗ на структуру і властивості сталей у приповерхневих шарах виробів. Розглянуто вплив вмісту вуглецю та вихідного стану сталей при їх ТФЗ.

ДюрOMETричні та металографічні дослідження, що проводили по перерізу зразків із сталей з різним вмістом вуглецю та легувальних елементів на прикладі сталей 65Г та 15Х11МФ у протилежних вихідних станах дозволили виділити два типу розподілення мікротвердості від поверхні вглиб зразка. Так, зразки після ТФЗ у вихідному загартованому стані мають в приповерхневому шарі зони зміцнення та знеміцнення, а зразки у вихідному відпаленому стані – тільки зону зміцнення, яка плавно переходить в основний метал. Це пов'язано з тим, що відпалений стан забезпечує рівноважну структуру, переважно перлітного типу, залишкове нагрівання якої не завдає фазових змін, а вихідний загартований стан відповідає нерівноважній структурі мартенситного типу, залишкове нагрівання якої призводить до часткового розвитку процесів відпускання. Зразки більш складної – циліндричної форми із сталі 65Г досліджувалися після ТФЗ також в різних вихідних станах, розглянутих вище. Особливо важливо, що в усіх випадках досягнута висока ефективність зміцнення поверхні. Окрім того, виділені найбільш доцільні для зміцнення марки сталей, та умови для проведення ТФЗ.

В результаті вивчення фазового складу «білого шару» за допомогою рентгеноструктурного аналізу в сталях марок 65Г та У8А виявлені додаткові фази, що утворилися під дією ТФЗ.

Аналіз мікроструктур зразків із сталі 65Г після багатопрхідного ТФЗ підтверджує, що поверхневий «білий шар» має більш дрібне зерно круглястої форми, та рівень твердості, що суттєво вищий такого показника для стандартної структури мартенситу. Окрім того, при повторному обробленні по «білому шару» (на ділянці перекриття двох сусідніх проходів зміцнювального диска) має місце його додаткове зміцнення, з подальшим зменшенням розміру зерна.

Більш детальне вивчення мікроструктури сталі 65Г після ТФЗ за допомогою електронної мікроскопії показало, що структури «білого шару» та основного металу суттєво відрізняються як за формою зерен так і за їх розмірами.

Так, структура «білого шару» складається із довгастих зерен, та включень правильної геометричної форми, які розташовані по поверхні зерен і зустрічаються тільки в цьому шарі. Ці зерна значно менші за голки мартенситу, є більш круглястими, з розмірами 1–2 мкм, внаслідок чого названо цю структуру «мартенсит зернистий». А поява на поверхні цих зерен структурних одиниць правильної геометричної форми з розмірами, приблизно 100–300 нм, які можуть бути ідентифіковані як ϵ -карбід, може частково сприяти зміцненню. При переміщенні у бік основного металу має місце поява дрібних зерен, що об'єднані в так звані лінії з різним направленням. Така структура відповідає перехідній зоні знеміцнення. При досягненні зони основного металу має місце поява зерен витягнутої форми, що схожі на голки, які відповідають мартенситній структурі.

При оцінюванні чистового оброблення після ТФЗ було підтверджено суттєве покращення якості поверхні. Основні показники шорсткості поверхні після ТФЗ були: $Ra =$

1,82, $R_q = 2,38$, $R_z = 7$, а після чистового оброблення – знизилися: $R_a = 0,22$, $R_q = 0,42$, $R_z = 0,7$ (до рівня якості поверхні у вихідному стані).

Четвертий розділ присвячений аналізу зв'язку між параметрами процесу ТФЗ та тепловими явищами в поверхні об'єктів, які оброблюються.

Для опису процесу використовували найбільш високолеговану з досліджуваних сталей 15X11MФ. Температурне поле, яке виникає в зразку при ТФЗ, представлено у вигляді ізотерм. Математичне планування експерименту з побудовою математичної моделі дозволило оцінити вплив параметрів ТФЗ на рівень мікротвердості та глибину зміцнення. Так оцінка коефіцієнтів, які отримані в даних рівняннях показала, що на мікротвердість поверхневого зміцненого шару параметри ТФЗ: швидкість подачі S , яка позначена (x_1) і глибина оброблення t , яка позначена (x_2), впливають майже однаково, а на глибину зміцнення (y_2) більш впливає глибина оброблення t . Відповідно, для збільшення мікротвердості зміцненого шару необхідно збільшувати і швидкість подачі S , і глибину оброблення t . Однак, для збільшення глибини зміцнення поверхневого шару необхідно також збільшувати глибину оброблення t , але зменшувати швидкість подачі S .

У п'ятому розділі досліджується характер розподілу напружень та знак напружень по перерізу зразків з легованої сталі 15X11MФ після ТФЗ та визначали рівень мікрореформацій і розмір блоків, що отримані під дією ТФЗ в зразках. Виявлено, що на поверхні зразка рівень мікрореформацій більший, а розмір блоків менший, ніж у його серцевині.

На основі досліджень встановлено, що ТФЗ позитивно впливає на зміцнення поверхні зразка. Про це свідчить: знак отриманих стискаючих напружень, максимальний рівень напружень, мінімальний розмір блоків, максимальне значення рівня мікрореформацій у поверхневому шарі зразка.

Шостий розділ присвячений практичному застосуванню. Показано особливості використання в промислових умовах розробленої технології зміцнення інструменту двох різних типів (з циліндричною та плоскою поверхнею). Для промислового дослідження були обрані деталі зі сталей в яких традиційними методами зміцнення важко забезпечити досягнення необхідних експлуатаційних властивостей.

В якості об'єкта з циліндричною поверхнею був обраний прототип виробу «кern», виготовлений із сталі 65Г, який використовується для формування отворів в абразивних кругах, що працює в умовах інтенсивного тертя та зношування його поверхні. Об'єктами з плоскою поверхнею для промислового використання були обрані деревообробний ніж зі сталі 65Г та деревообробний різець зі сталі У8А. Структурний стан цих об'єктів дослідження перед ТФЗ був після попереднього гартування та низькотемпературного відпускання. При дослідженні стану робочої поверхні керн після повного циклу роботи відмічено, що вона зазнає суттєвого зношення у зв'язку з інтенсивним абразивним впливом. Це достатньо швидко змінює геометрію інструмента та розміри, після чого його подальша експлуатація стає неможливою. При проведенні макроскопічного аналізу деревообробних різців та ножів, що не зазнавали ТФЗ та експлуатувалися в стандартних умовах, встановлено, що зношування різальної кромки відбувається, переважно за рахунок викрашування з наступною втратою металу робочої зони.

Кern і деревообробний інструмент після ТФЗ при експлуатації не зазнають суттєвого зносу. Спостерігаються лише деякі зони тертя робочої поверхні керн та затуплення з появою дрібних нерівностей різальної кромки деревообробного інструменту. Вимірюваннями встановлено, що ресурс деревообробного інструменту підвищився втричі, а ресурс керн до моменту його виведення з експлуатації по причині зношення підвищився в 2 рази.

Очікуваний економічний ефект станом на 2020 р. при зміцненні та використанні 100 000 шт. деревообробних ножів та різців досягає 480 000 грн.

Саме тому ТФЗ, рекомендовано для промислового використання та впровадження при зміцненні такого або подібного інструменту та деталей.

У *додатках* до дисертації, що рецензується, представлено результати дисертаційних досліджень у вигляді таблиць, графіків та фотографій мікроструктур, акт впровадження результатів дисертаційної роботи на ДП «КРОНО-МЕХСИСТЕМ», ТОВ «АПОСТОЛОВАГРОМАШ»

Зауваження по дисертаційній роботі

Окрім викладених вище позитивних положень рецензованої дисертації Волкова О.О. слід зробити наступні *зауваження по роботі*:

1. Зміцнювальний диск виготовлений із сталі Ст3 з низьким рівнем твердості. Чи не було б доцільним виготовити диск з інструментальної сталі задля підвищення його стійкості при зміцненні, а також розширення досліджених режимів зміцнення.

2. Необхідно було б більш детально пояснити вибір обладнання для проведення ТФЗ плоских та циліндричних поверхонь.

3. В роботі використане визначення «поверхневі шари». На наш погляд доцільніше використовувати визначення «приповерхневі шари».

Слід зазначити, що висловлені зауваження не знижують загальну високу оцінку виконаної роботи. Дисертація являє собою закінчене дослідження і на достатньо високому рівні вирішує важливу науково – технічну проблему керування утворенням так званих «білих шарів» на поверхнях тертя шляхом термофрикційного зміцнення і реалізацією їх високих трибологічних властивостей.

Загальні висновки по дисертації

Дисертація Волкова О.О. є завершеною науковою працею, при виконанні якої були одержані нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності вирішують актуальну науково-технічну проблему – підвищення експлуатаційної стійкості деталей машин та інструменту із сталей шляхом розробки та використання технологічного комплексу термофрикційного зміцнення (ТФЗ) з можливістю одночасного формування необхідної якості поверхні, та визначення природи і закономірностей процесу зміцнення.

Основні положення дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані у наукових фахових і міжнародних виданнях та широко апробовані на міжнародних науково-технічних конференціях.

Автореферат дисертаційної роботи Волкова О.О. відповідає змісту і дає повне представлення з об'єму, суті виконаних досліджень.

Оцінюючи дисертаційну роботу «Підвищення експлуатаційної стійкості деталей та інструменту методом термофрикційного зміцнення» у цілому слід відмітити, що вона повністю відповідає паспорту спеціальності 05.02.01 – «Матеріалознавство» та вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженому постановою КМУ № 567 від 24.07.13, а її автор – **Волков Олег Олексійович** заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук,
провідний інженер-технолог Центральної
Заводської Лабораторії
Державного підприємства «Завод імені В.О. Малишева»

 О.К. Олійник

Підписи Сатановського В.А. і Олійника О.К. завіряю:
Начальник відділу кадрів
Державного підприємства «Завод імені В.О. Малишева»



 О.А. Латанська