

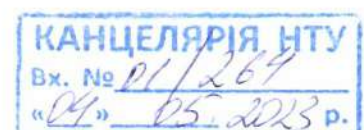
## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Рибака Іллі Петровича  
на тему: «Поліпшення експлуатаційних властивостей деталей засобів  
транспорту нанесенням регулярних рельєфів»  
яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 131 «Прикладана механіка»

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено науково-технічне завдання поліпшення експлуатаційних властивостей деталей засобів транспорту, зокрема колінчастих та газорозподільчих валів, втулок, цапф, блоків та головок циліндрів, інших корпусних деталей, зубчастих коліс, деталей трансмісії та ходової частини тощо, нанесенням регулярних рельєфів.

Це стало можливим завдяки:

- створенню математичної моделі процесу заглиблення лінійних інденторів у оброблюваний матеріал, що визначає вплив найбільш вагових факторів: Сила навантаження на індентор, твердості і пластичності зразка на параметри канавки регулярного рельєфу: глибину, радіус основи та кут у плані;
- розробленню класифікації регулярних рельєфів за методами отримання холодною пластичною деформацією та обробкою різанням і за призначенням: для попереднього поділу припуску при обробці різанням; для підготовки поверхонь деталей під нанесення покриттів у тому числі плівочних антифрикційних (ФАБО); для створення лабіринтів на поверхні деталей для мастил; для попереднього поділу осколочних корпусів боєприпасів; для створення зміцнених нових несучих поверхонь, зокрема дискретних при відновленні зношених деталей; для отримання складних профілів на поверхнях отворів деталей: шпонкових, шліцьових, внутрішніх зубців зубчастого зачеплення; естетичного призначення.
- розробленню розрахунку дії сили заглиблення і геометричних параметрів лінійного індентора на форму та розміри канавки рельєфу: глибину і радіуса основи з урахуванням впливу тертя;



- вибранню пресового гідрофіковане обладнання для експериментів; створення лінійних інденторів вибору марки досліджуваних матеріалів; розроблення процесів мікроструктурного аналізу та дослідження мікротвердості; вибрання методів та пристроїв для вивчення рельєфу;
- експериментально підтвердженню теоретичних положень про дію сили заглиблення, твердості та пластичності на глибину канавки рельєфу;
- побудованню взаємозв'язки явищ при рельєфоутворенні;
- розробленню методів відновлення зношених деталей заглибленням індентора;
- розробленню на основі механіки заглиблення трапецевидного індентора у жорстко–пластичний напівпростір методу отримання прямозубих зубчастих коліс евольвентного внутрішнього зачеплення модулем;
- розробленню процесу поліпшення експлуатаційних властивостей деталей машин за рахунок нанесення рельєфів у такій послідовності операцій: підготовка поверхні під індентування; заглиблення лінійного індентора; видалення виступів металу різанням.

Створенню дослідного зразка інструменту для реалізації результатів дослідження, що є багатозубою оправкою з твердосплавними вставками; випробуванню інструмента на деталях з дуралюміну Д16.

**Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що:**

1. уперше розроблено класифікацію регулярних рельєфів за методами отримання і призначенням: поділ припуску, підготовка поверхонь деталей під нанесення покриттів, створення лабіринтів для мастил, відновлення деталей, поділ корпусів боєприпасів, створення поверхонь деталей естетичного призначення;
2. уперше описано процес заглиблення лінійного індентора у напівжорсткий простір з урахуванням найважливішого фактору – ресурсу пластичності оброблюваного матеріалу, розглянуті випадки заглиблення: гострого індентора та індентора зі значним радіусом закруглення при вершині;
3. набули подальшого розвитку обґрунтування: ієрархію головних факторів, що впливають на глибину, кут розкриття та радіус округлення основи

канавки: сили індентування, твердості та відносного видовження матеріалу; створення математичної моделі і плану дослідження;

4. експериментальна перевірка отриманих теоретичних положень дослідження на 8–ми досліджуваних матеріалах при заглибленнях канавок рельєфу 0,02–5мм; кутах при вершині індентора 60°; 70°; 80°; 90° і радіусі при вершині 0,005–0,5мм; розроблення взаємозв'язку явищ при рельєфоутворенні індентуванням.

### **Аналіз структури роботи та повнота викладеного матеріалу.**

Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, 117 літературних посилань. Загальний обсяг дисертації складає 145 сторінок, 3 таблиць, 51 рисунок та 3 додатків на 10 сторінках.

У розділі 1 проведено аналіз питання рельєфоутворення на деталях, що використовується в експлуатації транспортних засобів. В результаті аналізу було класифіковано існуючі методи утворення на поверхні рельєфу із заданими параметрами, а також сформульована концепція поліпшення експлуатаційних властивостей деталей засобів транспорту нанесенням регулярних мікро- і макрорельєфів технологічного і експлуатаційного призначення заглибленням лінійних інденторів. Відносно цього, було визначено завдання дослідження.

У розділі 2 описано план і методику проведення досліджень. Визначено ієрархію головних факторів, що впливають на глибину та профіль регулярних рельєфів, які планується використати за контрольні значення.

У розділі 3 досліджено механіку заглиблення лінійного індентора у поверхню деталі. Визначено взаємозв'язок явищ між основними факторами процесу індентування – нормальною силою, твердістю та відносним видовженням матеріалу, проміжними факторами – кутом при вершині та радіусом округлення вершини індентора, швидкістю заглиблення останньою та параметром оптимізації – глибиною канавки мікрорельєфу. Розроблено відповідне рівняння, що пов'язує усі ці характеристики.

У розділі 4 представлено практичне застосування результатів дослідження рельєфоутворення і запропоновані рекомендації при відновленні деталей засобів транспорту заглибленням лінійних інденторів та отримання дискретних

поверхонь деталей машин, описано розроблений метод відновлення зношених деталей заглибленням лінійного індентора.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, серед яких: 1 стаття у проіндексованому виданні (Scopus); 2 розділи у 2-х наукових монографіях; 3 статті у фахових виданнях України; 1 стаття у закордонній монографії (Польща, Жешув); у матеріалах 6 науково-технічних конференцій; 1 патент України на корисну модель.

### **Значення отриманих результатів для теорії і практики полягає у:**

- розробленні методу відновлення зношених деталей заглибленням лінійного індентора; створенні методу обробки поверхонь з дискретністю; розробленні методи отримання зубчастих коліс внутрішнього зачеплення холодним пластичним деформуванням на профільних оправках; створенні принципів проектування багатозубого інструменту;
- розробленні лабораторної роботи «Дослідження міцності покриттів, напилених газотермічними методами на поверхню деталей з регулярними рельєфами» навчальної дисципліни «Газотермічна обробка металів», що викладається у Національному транспортному університеті.

### **Зауваження по роботі:**

- слід більш детально висвітлити роль дислокацій при лінійному індентуванні особливо для випадку поділу трубчастої деталі на частини;
- не до кінця зрозуміло, як впливають на такий поділ методи холодного пластичного деформування порівняно з іншими методами;
- у методі відновлення зношених деталей заглибленням лінійного індентора передбачено виникнення нових несучих поверхонь, які мають бути рівними за розмірами початковим поверхнями, проте ніде не вказано про вплив дискретності нових поверхонь на експлуатаційні властивості деталей;
- рисунок 4.8. варто було б перенести у теоретичну частину роботи (розділ 3), оскільки цей рисунок разом з текстом має теоретичне, а не практичне значення.

### **Загальний висновок**

Дисертація Рибак Іллі Петровича на тему «Поліпшення експлуатаційних властивостей деталей засобів транспорту нанесенням регулярних рельєфів» є закінченою науково-дослідною роботою, що безумовно містить корисні для галузі і науки результати. За своїм змістом та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам щодо дисертаційних робіт згідно Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 р «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Дисертаційна робота та супутні публікації здобувача задовольняють вимогам п. 6 - 9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установки про присудження ступеня доктора філософії».

Здобувач, Рибак Ілля Петрович, у своїй роботі продемонстрував достатній рівень компетентності для проведення наукового дослідження і заслуговує присвоєння ступеня доктора філософії у галузі знань 13 «Механічна інженерія» зі спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Рецензент

завідувач кафедри теоретичної

та прикладної механіки

Національного транспортного університету

д-р фіз.-мат. наук, професор

Ігор ЛОЗА

