



Всеукраїнська громадська організація  
Асоціація технологів-машинобудівників України  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля  
НАН України  
Академія технологічних наук України  
ТОВ «ТМ.ВЕЛТЕК»  
Суспільство інженерів-механіків НТУ України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Український державний університет залізничного транспорту  
ПАТ «Ільницький завод МЗО»  
Машинобудівний факультет Белградського університету

# **ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ ТА РЕНОВАЦІЯ ВИРОБІВ**

**Матеріали 23-ї Міжнародної  
науково-технічної конференції**

*20–22 червня 2023 р.*

Київ – 2023

**Інженерія поверхні та реновація виробів:** Матеріали 23-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 20–22 червня 2023 р. – Київ: АТМ України, 2023. – 99 с.

### **Наукові напрямки конференції**

- Наукові основи інженерії поверхні:
  - матеріалознавство
  - фізико-хімічна механіка матеріалів
  - фізико-хімія контактної взаємодії
  - зносо- та корозійна стійкість, міцність поверхневого шару
  - функціональні покриття поверхні
  - технологічне управління якістю деталей машин
  - питання трибології в машинобудуванні
- Технологія ремонту машин, відновлення і зміцнення деталей
- Впровадження стандартів ДСТУ ISO 9001 у промисловості, вищих навчальних закладах, медичних установах і органах державної влади
- Метрологічне забезпечення ремонтного виробництва
- Екологія ремонтно-відновлювальних робіт

**Матеріали представлені в авторській редакції**

© АТМ України,  
2023 р.

2. Тимофєєва, Л.А. Визначення технологічних параметрів процесу обробки в залежності від експлуатаційних властивостей покриття / Л.А. Тимофєєва, Л.В. Волошина // Вісник НТУ «ХП». – Харків : НТУ «ХП», 2012. – Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – № 66. – С. 20–23.

3. Волошина, Л.В. Визначення та оптимізація параметрів нової технології залежно від заданих властивостей покриття / Л.В. Волошина // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків : УкрДАЗТ, 2012. – вип. 134. – С. 224–229.

4. Тимофєєва, Л.А. Модифікація поверхні деталей машин і механізмів в умовах тертя та зношування / Л.А. Тимофєєва, Л.В. Волошина, С.С. Тимофєєв та ін. // Вісник Національного технічного університету «ХП». – Харків : НТУ «ХП», 2022. – Серія : Технології в машинобудуванні. – № 2 (6). – С. 104–1090.

*Тимофєєв С.С., Колесник М.А., Дробишевський М.В.*  
Український державний університет залізничного  
транспорту, Харків, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Нині в усьому світі велику увагу приділяють проблемам зносостійкості, зокрема, зносостійкості деталей циліндропоршневої групи двигунів внутрішнього згоряння.

У вітчизняному машинобудуванні гільзи циліндрів і поршневі кільця виготовляють із сірого модифікованого чавуну. Для зміцнення використовується загартування з нагріванням СВЧ або азотування, для поліпшення припрацювання – фосфатування. Опробовано лазерну обробку гільз. В даний час також застосовується сульфідкування, сульфо-ціанування і хромування поршневих кілець двигунів.

Однак усі ці методи не забезпечують стабільну роботу пари тертя від заводського складання до капітального ремонту.

Основна тенденція в розробленні нових методів підвищення зносостійкості деталей, вузлів машин і механізмів спрямована на розроблення енергозберігаючих та екологічно чистих технологій.

Простішим методом, що не потребує спеціальних хімічних реагентів, є окислення, яке підвищує зносостійкість легованих чавунів.

Оксилегування, як один із методів хіміко-термічної обробки відомий для підвищення зносостійкості деталей ЦПГ тепловозних дизелів.

Однак, у цьому методі застосовували недостатньо екологічно чисті середовища, а саме середовища, що містять сірку. Тому під час розроблення нового методу приділялася також велика увага екології, насамперед екологічно чистим середовищам.

Пропонований метод оксилегування відрізняється від вже застосовуваного раніше методу. Розроблюваний метод оксилегування – це процес хіміко-термічної обробки, який використовує як насичувальне середовище перегріту пару розбавлених водних розчинів солей. Температура процесу не перевищує 600 °С, тривалість витримки становить 1 годину. Отримані поверхневі покриття одержувані поверхневі покриття, що мають шарувату будову, складаються зі складних оксидів заліза і одного або декількох металів, що входять до складу солі. Покриття характеризуються хорошою адгезією з основою, високими триботехнічними властивостями і можуть мати багатофункціональне призначення.

При застосуванні технології оксилегування твердість, а, отже, зносостійкість робочої поверхні підвищується за рахунок утворення в поверхневому шарі фосфідів заліза, алюмінію, хрому. Було встановлено, що максимальна твердість деталей циліндропоршневої групи забезпечується максимальною за часу витримки 40 хв.

Проведені дослідження триботехнічних властивостей деталей циліндропоршневої групи показали, що дифузійний шар має антифрикційні властивості, коефіцієнт тертя в два рази нижчий, ніж після хромування, а також у 1,9 разів менше знос деталей ЦПГ. Крім того, підвищується несуча здатність чавуну і його задиростійкість.

Особливе місце у вирішенні цієї проблеми посідає прогнозування. При індивідуальному прогнозуванні залишкового ресурсу двигуна виникає необхідність в аналітичному вираженні тенденції зміни працездатності двигуна або ступеня зношеності основних сполучень двигуна в залежності від навантажувально-швидкісного режиму, зовнішніх умов та інших чинників.

Вибір і побудова математичної моделі залишкового ресурсу деталей машин і механізмів є важливим питанням. Аналіз великого матеріалу з вивчення інтенсивності зношування основних сполучень двигуна від зовнішніх умов дає змогу встановити, що залежно від можливих умов на поверхні тертя відбуваються складні процеси. Встановлено, що залежно від навантажувально-швидкісного

режиму, фізико-хімічної дії середовища та інших чинників, під час зношування сполучень двигуна можуть виникати різні поєднання механічних, фізичних і хімічних процесів.

При цьому, як правило, має місце переважання одного з них, супутні явища мало впливають на інтенсивність зношування сполучень двигуна.

У зв'язку з цим, визначення аналітичних виразів залишкового ресурсу двигуна за діагностичними даними про ступінь зношеності сполучень має базуватися на структурній формі аналітичних виразів інтенсивності зношування циліндрів у залежності від навантажувально-швидкісного режиму, зовнішніх умов і інших факторів і давати мінімальну помилку прогнозу.

Як показали результати аналітичного дослідження математичного розрахунку, пробіг автомобіля залежить від зносостійкості деталей ЦПГ. Застосування технології окислегування дає змогу збільшити пробіг автомобіля за різних швидкісних і навантажувальних режимів у 1,9 рази.

*Tkach P.M.* E.O. Paton Electric Welding  
Institute of the NAS of Ukraine,  
*Nosko P.L.* National Aviation University  
*Kryvosheya A.V.* V. Bakul Institute for  
Superhard Materials of the NAS of Ukraine  
*Melnyk V.E.* State Research Institute of the  
Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Kyiv  
*Revyakina O.O.* Luhans'k Taras Shevchenko  
National University, Poltava, Ukraine

## **SINUSOIDAL GEARING WITH CONVEX-CONVEX CONTACT OF TEETH**

Development of sinusoidal gearing was initially considered as a solution of the problem of noise and reducing vibration in gear drives of machines and equipment [1]. The latest studies [2, 3] show that the gearing can ensure better wear resistance, and it has a larger loading capacity on other criteria related to contact stresses, i.e. pitting and scuffing. This advantage is due to the convex-concave contact of the active surfaces.

<i>Рябченко С.В., Аргиров Я., Мечкарова Т.</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ НАПЛАВОК АБРАЗИВНИМ ІНСТРУМЕНТОМ	60
<i>Сахнюк І.О., Рудак Н.П.</i> ІНФРАСТРУКТУРА ЯКОСТІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ УКЛАДЕННЯ УГОДИ АСАА	63
<i>Семковський К.В., Лавров О.С., Голякевич А.А., Котельчук О.С.</i> ПОРОШКОВИЙ ДРІТ НОВОГО ПОКОЛІННЯ МАРКИ ТМВ-8 ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ТА НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ	66
<i>Смоквина В.В., Лавріненко В.І., Ільницька Г.Д., Тимошенко В.В., Барановська К.А.</i> ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНОЇ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ ОБРОБОК ПОВЕРХНІ ШЛІФПОРОШКІВ АЛМАЗУ НИЗЬКОЇ МІЦНОСТІ НА ЇХ ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	69
<i>Сороченко В.Г., Сохань С.В., Сороченко Т.А.</i> ФІЗИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	72
<i>Сохань С.В., Сороченко В.Г., Возний В.В.</i> ДО ПИТАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ КЕРАМІЧНИХ ШАРИКІВ ПІДШИПНИКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНІЙ ОБРОБЦІ	76
<i>Сохань С.В., Сороченко В.Г., Возний В.В.</i> ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ШЛІФУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ШАРИКІВ З КРУГОВОЮ ПОДАЧЕЮ НА ЗНОШУВАННЯ АЛМАЗНО- АБРАЗИВНОГО КРУГА	80
<i>Тимофєєва Л.А., Козловська І.П., Ольховський В.В.</i> ВПЛИВ БАГАТОШАРОВОГО ПОКРИТТЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЧАВУННИХ ВИРОБІВ	83
<i>Тимофєєв С.С., Колесник М.А., Дробішевський М.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	85
<i>Тkach P.M., Nosko P.L., <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">Kryvosheya A.V.</span>, Melnyk V.E., Revyakina O.O.</i> SINUSOIDAL GEARING WITH CONVEX-CONVEX CONTACT OF TEETH	87