



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 22-ї Міжнародної  
науково-технічної конференції**

*15–16 червня 2022 р.*

Київ – 2022

**Інженерія поверхні та реновація виробів:** Матеріали 22-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 15–16 червня 2022 р. – Київ: АТМ України, 2022. – 165 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,  
2022 р.

розплавом зберігається у вихідному вигляді, а значить можна допустити, що зберігаються і властивості керамічної підкладки.

Таким чином: – підібраний склад металевого підшару для нанесення теплозахисних покриттів – Ni – 15% Al, що в твердому стані має структуру інтерметаліду  $Ni_3Al$ ; – Ni у чистому вигляді не зможе кераміку, але домішки алюмінію у кількості 15% суттєво знижують силу поверхневого натягу і суттєво інтенсифікують взаємодію з утворенням контактних кутів змочування  $\theta = 20^\circ$ ; – має місце поверхнево-активна і міжфазна взаємодія розплаву, зокрема з оксидом алюмінію суттєвої хімічної взаємодії не відбувається, за винятком дифузійного проникнення елементів, всі компоненти та структурні складові системи зберігається у майже вихідному вигляді.

*Волошин Д.І.* Український державний університет  
залізничного транспорту, Харків, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК РУХОМОГО СКЛАДУ**

Чавунні гальмівні колодки впродовж тривалого часу застосовуються на рухомому складі в якості одного з основних елементів гальмової системи. Оскільки для сучасного рухомого складу необхідні колодки, які забезпечують ефективне гальмування при високій початковій швидкості і які мають тривалий строк служби, чавунні колодки, що не задовольняють цим вимогам, поступово поступаються місцем композиційним колодкам або виготовленим із спекеної кераміки, більш довговічним та зносостійким.

Разом з цим чавунні гальмівні колодки зберігають певні переваги, які виражаються в меншому зносі поверхні кочення коліс, з якими вони контактують, і постійності коефіцієнту тертя при гальмуванні, мало залежному від зовнішніх, в тому числі погодних факторів, таких як дощ або сніг. Тому покращення експлуатаційних характеристик чавунних колодок (підвищення коефіцієнту тертя і збільшення строку служби) для забезпечення можливості їх застосування і на високошвидкісному рухомому складі з одночасним зниженням витрат на експлуатацію та заміну, є актуальною задачею. Для цього підбиралися оптимальні марки чавуна з включенням легуючих елементів і технологічні процеси виготовлення колодок.

На перших етапах дослідження виявили, що включення твердих фаз (цементиту, стеатиту, карбіду) в структуру основної чавунної матриці дозволяє суттєво збільшити зносостійкість колодок. При цьому визнано необхідним одночасно визначити, чи витримають колеса посилену дію гальмівних колодок при гальмуванні з високої швидкості і можливість використання матеріалів більшої твердості для подальшого підвищення гальмівної ефективності чавунних гальмівних колодок без шкоди для зносостійкості.

На контактуючій з колесом поверхні чавунної колодки метал дещо розм'якшується внаслідок виділення тепла при терті, і коефіцієнт тертя зменшується при взаємодії гальмівної колодки і колеса при гальмуванні з високої швидкості. Збільшити коефіцієнт тертя, а як наслідок, і ефективність гальмування при високошвидкісному русі можна шляхом введення в зону контакту частинок речовини високої твердості, наприклад кераміки.

Для дослідження провели випробування на стенді з використанням дослідних гальмівних колодок і колеса. Середній коефіцієнт тертя розраховували за формулою:

$$\mu = 0,0386 \times I/R^2 \times V_0^2 / S \cdot P, \quad (1)$$

а темп наростання зносу колодки як:

$$\omega = 2R^2/T \times \Delta M/V_0^2, \quad (2)$$

де  $I$  – момент інерції;  $R$  – радіус колеса;  $S$  – гальмівний шлях;  $P$  – гальмівне натискання;  $V_0$  – початкова швидкість при гальмуванні;  $\Delta M$  – знос.

Частинки кераміки кількох видів під час гальмування подавали в зону контакту колодок і колеса. В якості дослідних зразків кераміки використовували порошки карбіду кремнію SiC (карбокору́нд), частково стабілізованого цирконію PSZ і окису алюмінію Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (глинозему). Максимальне натискання колодки на колесо було рівним 15кН при швидкості 125 км/год. Включати карбокору́нд в гальмівну колодку вирішили у вигляді окремих циліндричних блоків діаметром 25 мм, виготовлених шляхом змішування порошку зі зв'язуючим, пресування в формах і наступного спікання на повітрі. Після проведення ряду експериментів встановили, що карбокору́нд в вигляді дрібних частинок найбільш ефективний серед досліджених матеріалів з точки зору підвищення коефіцієнта тертя чавунних гальмівних колодок при гальмуванні з високої швидкості.

## ЗМІСТ

<i>Antipin E.V., Ziakhor I.V., Didkovsky O.V., Kavunichenko O.V.</i> TECHNOLOGIES OF FLASH-BUTT WELDING OF MODERN RAILS BASED ON PULSATING FLASHING PROCESS	3
<i>Lesich V., Bondarenko M.</i> DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE INFORMATION AND MEASURING SYSTEM OF THICKNESS THIN FILMS IN THE PROCESS OF THEIR DEPOSITION IN VACUUM	7
<i>Ziakhor I., Zavertannyi M., Nakonechnyi A. E.O., Wang Qichen</i> FRICTION WELDED BIMETALLIC PARTS FOR INDUSTRIAL APPLICATION	9
<i>Бандуренко М.В., Рябченко С.В.</i> АЛМАЗНО-ГАЛЬВАНІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРОБКИ НАПЛАВОК	12
<i>Бужанська І., Аврамчук С., Волкогон В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В СИСТЕМІ «ВЮРЦИТНИЙ НІТРИД БОРУ–АЛМАЗ»	13
<i>Бужанська І., Аврамчук С., Волкогон В.</i> ВПЛИВ НАПОВНЮВАЧА У ВИХІДНІЙ ШИХТІ НА ОСНОВІ ВЮРЦИТНОГО НІТРИДУ БОРУ НА ФОРМУВАННЯ МІКРОМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТУ	16
<i>Б у р л а к о в В. І.</i> ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІБРО-МАГНІТНО- АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НАДТВЕРДОЇ КЕРАМІКИ	19
<i>Варюхно В.В., Тамаргазін О.А., Приймак Л.Б., Довгаль А.Г., Кабика С.М.</i> СКЛАД ПІДШАРУ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ТЕПЛОАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ АВІАЦІЙНОЇ НАЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ	20
<i>Волошин Д.І.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК РУХОМОГО СКЛАДУ	25
<i>Волошина Л.В.</i> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	27