



Ассоциация технологов-машиностроителей Украины

Академия технологических наук Украины

Институт сверхтвердых материалов

им. В.Н. Бакуля НАН Украины

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Союз инженеров-механиков НТУ Украины «КПИ»

ООО «НПП РЕММАШ» (Украина)

ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (Украина)

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

ОАО «Ильницкий завод МСО» (Украина)

Белорусский национальный технический университет

ГНПО «Центр» НАН Беларуси

Ассоциация инженеров-трибологов России

Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН

Издательство «Машиностроение» (Россия)

ООО «Композит» (Россия)

Каунасский технологический университет (Литва)

Машиностроительный факультет Белградского университета (Сербия)

## ***ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РЕНОВАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ***

**Посвящается 100-летию со дня рождения  
академика НАН Белпруси П.И. Ящерицына**

*Материалы 15-й Международной  
научно-технической конференции*

*(01–05 июня 2015 г., Одесская обл., Затока)*

Киев – 2015

**Инженерия поверхности и реновация изделий:** Материалы 15-й Международной научно-технической конференции, 01–05 июня 2015 г., Одесская обл., Затока – Киев: АТМ Украины, 2015.– 228 с.

### **Научные направления конференции**

- Научные основы инженерии поверхности:
  - материаловедение
  - физико-химическая механика материалов
  - физикохимия контактного взаимодействия
  - износо- и коррозионная стойкость, прочность поверхностного слоя
  - функциональные покрытия и поверхности
  - технологическое управление качеством деталей машин
  - вопросы трибологии в машиностроении
- Технология ремонта машин, восстановления и упрочнения деталей
- Метрологическое обеспечение ремонтного производства
- Экология ремонтно-восстановительных работ
- Сварка, наплавка и другие реновационные технологии на предприятиях горнометаллургической, машиностроительной промышленности и на транспорте

**Материалы представлены в авторской редакции**

© АТМ Украины,  
2015 г.

## Литература

1. Спосіб одержання композиційного матеріалу на основі хімічно осадженого нікелю та нанодисперсних алмазів : патент на корисну модель № 72585, Україна / П.А. Козуб, О.Я. Лобойко, Г.І. Гринь та ін. // Бюл. «Пром. власність». – 2012/ – № 16.
2. Исследование и анализ процесса микрорезания наноструктурных твердых сплавов / Р. М. Стрельчук, Д. С. Стороженко, М. Д. Узунян // Резание и инструмент в технологических системах: Сб. научн. тр. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. – Вып. 83. – С. 255–263.
3. Верещагин А.Л. Свойства детонационных наноалмазов. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2005. – 134 с.
4. Барабошкин, К. С. Исследование процесса формирования текстуры детонационных наноалмазов для разработки и создания высокоэффективных композиционных материалов: дис...канд. техн. наук. – Бийск, 2006. – 136 с.
5. Особенности и место электроконсолидации прямым действием переменного тока в системе методов субмикро- и нанопорошкового спекания под давлением / Э.С. Геворкян, Ю.Г. Гуцаленко // Вісн. НТУ «ХПИ». – 2010. – № 49. – С. 144–161.
6. Генезис экспансии семикарбида вольфрама в вольфрамокерамических инструментальных композитах горячего прессования с электроконсолидацией нанопорошков на монокарбидной основе / Э.С. Геворкян, Ю.Г. Гуцаленко // Вісн. НТУ «ХПИ». – 2010. – № 53. – С. 19–30.
7. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Наука, 1992. – 536 с.

*Дьомін А.Ю.* Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ**

Підвищення надійності і довговічності машин і механізмів тісно зв'язано з проблемою зносостійкості поверхневих шарів промислових матеріалів, які використовуються в машинобудуванні. Колінчастий вал є однією з найбільш навантажених і відповідальних деталей тепловозного дизеля і багато в чому визначає ресурс роботи

всього двигуна. Технологія виготовлення та конструкція валів повинні забезпечувати високу зносостійкість матеріалу при достатньому рівні опору циклічним навантаженням.

Аналіз способів відновлення і підвищення робочих характеристик колінчастих валів тепловозних двигунів показує, що найбільш ефективними з них є комплексні методи, що включають відновлення геометричних розмірів у поєднанні зі способами, спрямованими на підвищення зносостійкості його робочих поверхонь [1–2].

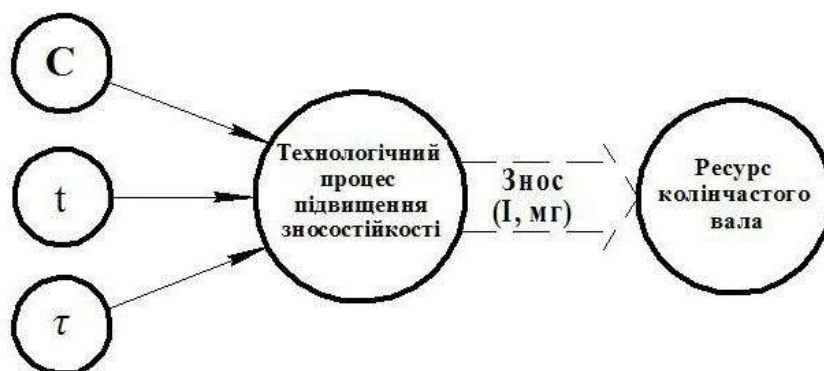
Була розроблена нова комплексна технологія реновації колінчастих валів, яка базується на відомій технології відновлення геометричних розмірів деталі – наплавленням та локальної термічної обробки для забезпечення необхідної твердості. У зв'язку з тим, що існуюча технологія не забезпечує задану зносостійкість робочих поверхонь валу, було необхідно знайти новий підхід для відновлення колінчастих валів. За основу нового способу було прийнято виконання локальної термічної обробки та нанесення антифрикційного покриття у одному технологічному циклі. Технологічний процес розробленої комплексної технології включає в себе індукційний нагрів, гартування й відпуск в сірковмісному силікаті, з подальшим охолодженням деталі до температури навколишнього середовища. На поверхні деталі формується поверхневий шар, який має слоїсту структуру, що складається із оксидів заліза, магнію та сульфідів [3].

У процесі формування покриття з використанням нової технології та застосування в якості насичуючого середовища водного розчину сірковмісного силікату відбувається: а) дифузія хімічних елементів розчину; б) хемосорбція елементів складу покриття з утворенням оксидів заліза, натрію, калію, магнію й сульфідів. Наявність сульфідів у сформованому покритті забезпечує його антифрикційні властивості. Утворення даного покриття дозволяє покращити триботехнічні властивості деталі, а саме збільшити навантаження задиротворення й зносостійкість при малому значенні коефіцієнта тертя в умовах як масляного голодування та й сухого тертя.

Використання комплексної технології реновації дозволяє підвищити ресурс роботи як самого колінчастого вала, так дизельного двигуна в цілому.

На основі пропозиції удосконалення існуючої технології зміцнення шляхом введення у технологічний ланцюг операції з нанесення антифрикційного покриття, було розроблено модель, яка фо-

рмалізує технологічний процес підвищення зносостійкості у вигляді оптимізаційної задачі, рис. 1.



**Рисунок 1 – Граф технологічного процесу підвищення зносостійкості колінчастого вала тепловозного двигуна:**

$C$  – концентрація розчину силікатів, %;  $t$  – температура гартування, °С;  
 $\tau$  – час витримки у розчині, хв.

Було встановлено, що мінімальний знос корінних і шатунних шийок колінчастого вала тепловозних двигунів буде забезпечуватися при температурі гартування 750–780 °С, концентрації розчину сірковмісних силікатів 85 % і часу витримки в розчині 3–4 хв. Отримане покриття характеризується товщиною 55 мкм, твердістю в 60–64 HRC і шорсткістю  $Ra$  0,6–0,65.

Важливо відзначити, що запропонована комплексна технологія реновації може бути використана як у процесі ремонту валів для підвищення зносостійкості їх робочих поверхонь, так і при виготовленні колінчастих валів тепловозних двигунів.

### Література

1. Коленчатые валы тепловозных дизелей / Е.Г. Стеценко, Ю.Н. Конарев. – М.: Транспорт, 1985 – 112 с.
2. Упрочнение поверхностей деталей комбинированными способами / А.Г. Бойцев, В.Н. Машков. – М.: Машиностроение, 1994. – 143 с.
3. Пат. №93461 Україна. Спосіб поверхневого зміцнення колінчастих валів із залізовуглецевих сплавів / Л.А. Тимофеева, С.С. Тимофеев, А.Ю. Дьомін // Бюл. «Пром. власність». – 2014. – № 19.

<i>Гуцаленко Ю.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ ВСКРЫТИЯ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ АЛМАЗАМИ НА РЕЖУЩИХ ЗЕРНАХ ИНСТРУМЕНТОВ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ	51
<i>Дьомін А.Ю.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ	53
<i>Домуладжанов И.Х., Бояринова В.Г., Домуладжанова Ш.И.</i> ШУМОВОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОБЪЕКТАХ	56
<i>Залого В.О., Денисенко Ю.О., Івченко О.В., Динник О.Д.</i> НОРМАЛІЗАЦІЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН	60
<i>Зяхор И.В.</i> СВАРКА ТРЕНИЕМ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	63
<i>Ивашко В.С., Кептюха Е.В., Ситникова А.А.</i> ДЕФЕКТАЦИЯ И РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ	66
<i>Ивашко В.С., Лойко В.А., Семин Е.В.</i> СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЧАСТИЦ МЕТАЛЛА В ПОКРЫТИИ ПРИ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ	69
<i>Калашников И.Е., Колмаков А.Г., Быков П.А., Болотова Л.К., Кобелева Л.И., Клименко С.А., Копейкина М.Ю., Хейфец М.Л.</i> АНАЛИЗ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	71
<i>Калентьев Е.А., Тарасов В.В.</i> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ И КОМПОНЕНТ ТЕНЗОРА УПРУГИХ ПОСТОЯННЫХ АНИЗОТРОПНОГО ТЕЛА	74
<i>Комарова А.Л.</i> РОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ	76
<i>Копылов В.И., Антоненко Д.А.</i> ДЕМПФИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ С ПЛАЗМЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ	77