



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 «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 «Инновационное машиностроение» (Россия)

Каунасский технологический университет (Литва)

Машиностроительный факультет Белградского университета (Сербия)

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

*Материалы 20-й Международной  
научно-технической конференции*

*01–05 июня 2020 г.*

Киев – 2020

**Инженерия поверхности и реновация изделий:** Материалы 20-й Международной научно-технической конференции, 01–05 июня 2020 г. – Киев: АТМ Украины, 2020. – 179 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,  
2020 г.

Основною причиною деформації є перерозподіл технологічних залишкових напруг і спадкових напруг заготовки при видаленні припусків і напруг від температурно-силового впливу обробного інструменту, причому, як правило, напруги перерозподіляються нерівномірно.

Провівши аналіз способів відновлення кулачків розподільних валів, їх переваг і недоліків, а також умов роботи пари кулачок - штовхач, можна стверджувати, що в даний час немає універсального способу відновлення, який міг би одночасно поєднати в собі високу продуктивність, економічність, а також можливість забезпечити високу зносостійкість кулачка і сполученого з ним штовхача.

Вимога забезпечення високої зносостійкості пари кулачок - штовхач набуває особливої актуальності у зв'язку з тим, що в даний час зростає енергонасиченість ДВЗ за рахунок підвищення частоти обертання колінчастого валу. При цьому на клапан, метою гасіння інерційних сил, встановлюють більш потужні пружини, які при малих обертах розподільного валу ведуть до зростання контактних напружень в кулачку і штовхачі, що негативно позначається на їх зносостійкості.

Сучасні універсальні технології відновлення розподільних валів транспортних двигунів, дозволяють підвищити експлуатаційний ресурс відновленого валу, забезпечити екологічну чистоту процесу відновлення, знизити собівартість і трудомісткість ремонту, забезпечити високу зносостійкість пари кулачок - штовхач.

*Тимофеева Л.А., Букін Р.В., Титар Д.М.*  
Український державний університет  
залізничного транспорту, Харків, Україна

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ ПРИ РЕНОВАЦІЇ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Технологія виготовлення литих колінчастих валів, яка використовується у наш час у промисловості, забезпечує заданий рівень міцності матеріалу валів, однак у процесі експлуатації відзначається ступінчасте зношування шийок валів, що викликає нерівномірний

розподіл навантажень по довжині вала, зародження втомних тріщин й руйнування валів. Аналіз характеру зношування й руйнування колінчастих валів дозволив встановити, що основними показниками, які характеризують працездатність валів, є зносостійкість поверхні їх шийок та опір втомі.

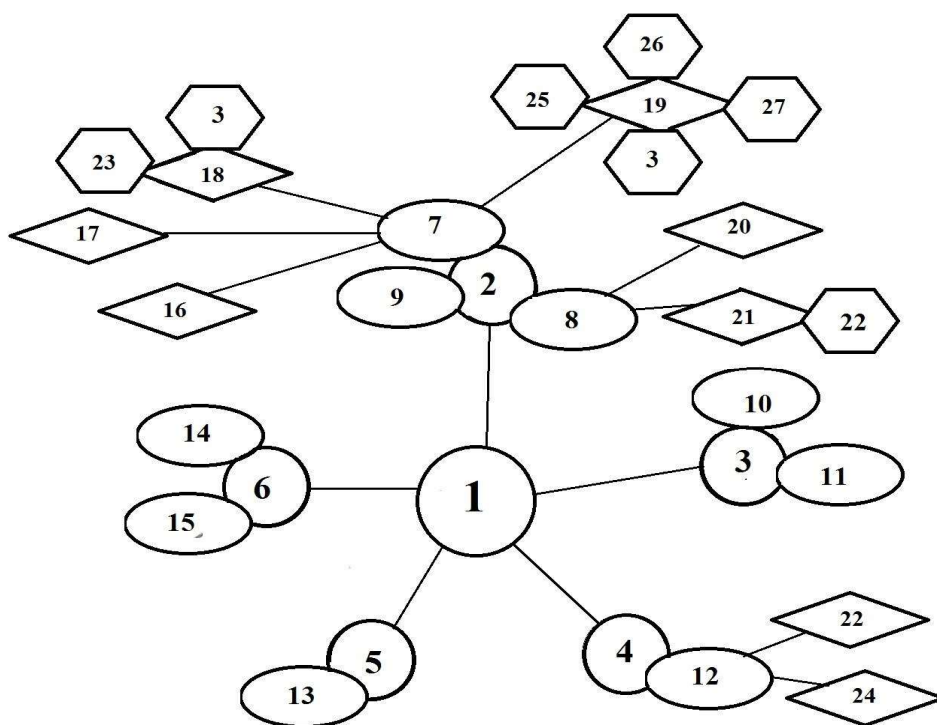
Перспективою розвитку та застосування способів зміцнення й нанесення зносостійких покриттів є їх відповідність задовільному рівню експлуатаційних характеристик трибосистем з прийнятою технологічністю, ремонтпридатність й економічністю процесів виготовлення та ремонту деталей.

Таким чином, для підвищення працездатності при відновленні колінчастих валів, пропонується застосування комплексних технологій, які включають термічну обробку в поєднанні зі способами, що забезпечують підвищення зносостійкості поверхні та навантаження задироутворення при малому значенні коефіцієнту тертя. Використання захисних покриттів при виготовленні й реновації деталей машин і механізмів висуває вимоги до покриттів та технологій їх нанесення, у необхідності забезпечення одержання поверхневого шару зі стійкими фізико-механічними властивостями.

Оцінка якості технології нанесення захисних покриттів базується на сучасних технологічних методах й апаратурному забезпеченні, що дозволяють з високою точністю та надійністю оцінити короткочасну міцність, міцність на розтягання й згин, міцність від утомленості, визначення корозії покриттів тощо.

Було розроблено комплекс заходів з вибору технології нанесення покриттів та оцінки їх якості, який включає структурну модель, що базується на алгоритмі формалізованого вибору покриттів й технологій їх нанесення, а для оцінки основних факторів, що впливають на якісні характеристики одержуваного покриття, запропоновано використовувати причинно-наслідкову діаграму (рис. 1), що дозволяє проаналізувати фізико-механічні властивості цього покриття.

Застосований системний підхід в оцінці якості та технологічній ефективності нанесення зміцнюючого та антифрикційного покриттів в одному технологічному циклі дозволяє зробити висновок, що використання комплексної технології при відновленні таких важливих й складних деталей, як колінчастий вал, дозволить значно підвищити зносостійкість, навантаження задироутворення та забезпечить низький коефіцієнт тертя триботехнічного з'єднання шийка–вкладиш.



**Рис. 1 – Причинно-наслідкова діаграма визначення основних факторів, що впливають на якість нанесеного покриття:**

2 – властивості покриттів; 3 – залишкові напруження; 4 – зносостійкість та характеристики тертя; 5 – міцність від утомленості; 6 – характеристики структури; 7 – механічні властивості; 8 – фізичні властивості; 9 – захисні властивості; 10 – розподіл напружень; 11 – значення напружень; 12 – мікротвердість; 13 – напруження стискання; 14 – краплі; 15 – вирости; 16 – модуль пружності; 17 – коефіцієнт Пуассона; 18 – міцність покриття при розтягуванні; 19 – міцність зчеплення покриття з основою; 20 – щільність; 21 – пористість; 22 – пори; 23 – розтріскування; 24 – фактори процесу; 25 – відшарування; 26 – підготовка поверхні; 27 – сумісність матеріалу основи й покриття

*Трембач Б. О., Гринь О.Г. Донбаська державна машинобудівна академія, ПрАТ «Новоκραматорський машинобудівний завод», Краматорськ, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАВАННЯ МІДІ (Cu) НА ТВЕРДІСТЬ СТАЛІ СИСТЕМИ Fe-C-Cr-Ti-V-Al**

Конкурентоспроможність машин що експлуатуються на гірничозбагачувальних комбінатах та підприємств зайнятих переробкою твердих матеріалів крім ціни та енергоспоживання, визначається також такими показниками, як продуктивність та надійність (технологічні перерви або аварійні зупинки на плановий та аварійний ремонт).

<i>Сергеев Н.Н., Сергеев А.Н., Кутепов С.Н., Гвоздев А.Е., Колмаков А.Г., Хейфец М.Л., Клименко С.А., Копейкина М.Ю.</i> ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ	109
<i>Сёмин Е.В., Лойко В.А., Ивашико В.С.</i> ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПРИ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ НА СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ МЕТАЛЛА В ПОКРЫТИИ	111
<i>Соломахо В.Л., Цитович Б.В.</i> ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОЛУЧЕННЫХ АДДИТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ	114
<i>Тимофеев С.С., Воскобойников Д.Г., Колесник М.А.</i> СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ	116
<i>Тимофеева Л.А., Букін Р.В., Титар Д.М.</i> ОЦІНКА ЯКОСТІ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ ПРИ РЕНОВАЦІЇ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	117
<i>Трембач Б. О., Гринь О.Г.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАВАННЯ МІДІ (Cu) НА ТВЕРДІСТЬ СТАЛІ СИСТЕМИ Fe-C-Cr-Ti-V-Al	119
<i>Тришин П.Р., Гончар Н.В.</i> ВПЛИВ НАКЛЕПУ ПРИ ФІНІШНІЙ ОБРОБЦІ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ РОБОЧОГО ШАРУ КАНАЛУ ХВИЛЕВОДІВ	123
<i>Уваров В.А., Громовий О.А.</i> ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ ПІДШИПНИКІВ ЗА РАХУНОК ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ	125
<i>Федченко І.І., Грибанов М.В., Цап О.І.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ТЕРТЯ	128
<i>Фідровська Н.М., Чернишенко О.В., Хурсенко С.О.</i> ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕННЯ ЛОБОВИНИ КРАНОВОГО БАРАБАНУ	130