



Ассоциация технологов-машиностроителей Украины  
Академия технологических наук Украины  
Институт сверхтвердых материалов  
им. В.Н. Бакуля НАН Украины  
ООО «НПП РЕММАШ» (Украина)  
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (Украина)  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт» (Украина)  
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта  
ГП «Харьковский государственный орган сертификации  
железнодорожного транспорта» (Украина)  
Белорусский национальный технический университет (Беларусь)  
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***

*Материалы 12-й Международной  
научно-технической конференции*

*(04–08 июня 2012 г., Крым, г. Ялта)*

Киев – 2012

**Инженерия поверхности и реновация изделий:** Материалы 12-й Международной научно-технической конференции, 04–08 июня 2012 г., г. Ялта.– Киев: АТМ Украины, 2012.– 368 с.

### **Научные направления конференции**

- Научные основы инженерии поверхности:
  - материаловедение
  - физико-химическая механика материалов
  - физикохимия контактного взаимодействия
  - износ- 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,  
2012 г.

ладающие определенными свойствами. Покрытия, содержащие сульфид молибдена отличаются наиболее высокими антифрикционными свойствами. Опыт нанесения сульфидов молибдена методами вакуум-плазменной технологии отсутствует как в отечественной, так и в зарубежной практике. Это объясняется тем, что дисульфид молибдена представляет собой сыпучий материал с низкой электрической проводимостью, что не позволяет применять его для изготовления катодов. Была разработана технология изготовления комплексного катода с содержанием дисульфид молибдена.

Антифрикционные покрытия, содержащие дисульфид молибдена, наносились на стальные и чугунные образцы, и формирование покрытий производилось как в вакууме, так и в атмосфере азота, толщина покрытий от 1 до 5 мкм.

Проведенные исследования на трение и изнашивание показывают, что антифрикционные свойства прецизионных пар трения резко возрастают при нанесении тонкопленочных покрытий (1–2 мкм), содержащие дисульфид молибдена. Коэффициент трения покрытий достаточно низок и незначительно изменяется при увеличении давления в контакте трения. Низкое значение коэффициента трения взаимодействующей пары сохраняется длительное время и после истирания антифрикционного покрытия, что обусловлено не только ионной имплантацией дисульфида молибдена в приповерхностную область, то есть матрицу, обрабатываемого металла, но и насыщением поверхности металла молекулами этого соединения в процессе эксплуатации прецизионной пары трения.

*Тимофеева Л.А., Геворкян Є.С., Мельник О.М.*  
Українська державна академія залізничного  
транспорту, Харків, Україна

## **ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ НАНОПОРОШКІВ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ ТА ЦИРКОНІЮ**

У сучасних технологічних процесах, які використовують операції різного термомеханічного впливу, широке поширення одержали пристрої з елементами на основі корундової кераміки сполуки  $Al_2O_3$ . По-

стійно зростаючі й більш жорсткі умови експлуатації таких елементів ініціюють роботи з удосконалювання виробів з корундової кераміки, зокрема, підвищенню її міцності, ударної в'язкості і термостійкості.

Однієї з областей використання керамічних матеріалів на основі корундової кераміки є виготовлення з них високоефективних ріжучих пластин, що не переточуються, для обробки високотвердих сплавів різних металів, а також зносостійких сопел і волок для калібрування металевого дроту.

Як правило, матеріали із ріжучої кераміки використовуються в режимі безперервного точіння на заключних стадіях металообробки. На початкових стадіях різання при переривчастому точінні і ударних навантаженнях використовують інструмент із швидкорізальних сталей і твердих сплавів. Ріжучий інструмент на основі корундової кераміки, виготовлений методом гарячого пресування, має такі характеристики

- міцність на вигин 400–600 МПа
- ударна в'язкість 4–6 МПа·м<sup>1/2</sup>
- твердість 91–93
- коефіцієнт теплопровідності матеріалу 10–12 Вт/м·град
- гранична температура >1000 °С

Властивості корундової кераміки можуть змінюватися за рахунок введення певних добавок і використання різних технологій формування виробів. Останнім часом забезпечення необхідної структури матеріалу на основі корундової кераміки досягається введенням у корундову матрицю тонкодисперсних часток діоксиду цирконію  $ZrO_2$  і їхнім рівномірним розподілом по всьому об'єму матеріалу.

Фазові перетворення діоксиду цирконію дозволяють створити в корундовій кераміці трансформаційно-зміцнену структуру, що в умовах підвищених термомеханічних навантажень перешкоджає руйнуванню кераміки.

Відомо, що при спіканні (у тому числі під тиском) порошків корунду і діоксиду цирконію (порошкова суміш із 15 %  $ZrO_2$ ) з розміром часток 1–2 мкм одержують керамічний матеріал зернистістю 2–5 мкм з наступними фізико-механічними властивостями:

- міцність на вигин 600–900 МПа
- ударна в'язкість 10–12 МПа·м<sup>1/2</sup>
- твердість 91–93
- коефіцієнт теплопровідності матеріалу 16–20 Вт/м·град
- гранична температура >1000 °С

Використання порошків  $Al_2O_3$  і  $ZrO_2$  з нанорозмірними частками дозволяє при спіканні одержати керамічні матеріали з розміром зерен 50–300 нм з помітно більш високими механічними властивостями (межею міцності на вигин більше 2000 МПа і ударною в'язкістю  $\sim 15\text{--}20 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$ ). Керамічні матеріали з такими параметрами можуть успішно замінити значну частину твердосплавних інструментів, які використовуються при металообробці. З огляду на підвищену (у порівнянні із твердосплавними) твердість керамічних інструментів, можна чекати значного підвищення продуктивності виробництва і одержання за рахунок цього економічного ефекту.

*Тимофеева Л.А., Федченко І.І., Волошина Л.В.*  
Українська державна академія залізничного  
транспорту, Харків, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ**

Найбільше розповсюдження в машинобудуванні завдяки своїм властивостям, доступності, порівняній дешевизні здобули залізовуглецеві сплави. Поєднання пари тертя чавун-сталь найчастіше зустрічається у вузлах і механізмах машин транспортного призначення, особливо це відноситься до такого вузла як масляний шестеренний насос двигунів внутрішнього згоряння.

Як показали результати експлуатаційних випробувань пари тертя шестірня корпус масляного шестеренного насоса тракторних двигунів СМД-60, 62, 64, найчастіше насоси виходять з ладу через знос поверхонь шестірень і внутрішніх поверхонь корпусу, що спричиняє підвищенню витіканню масла за рахунок збільшення зазору в парі тертя, а також веде до масляного „голодування” деталей і вузлів усього двигуна.

Реновація поверхні пов'язана зі значними витратами, що полягають у розбиранні двигуна, дефектації, вибракуванні і відновленні деталей масляного насоса. Тому підвищення зносостійкості розглянутої пари тертя є актуальною проблемою.

<i>Соколов В. А., Мирошниченко О. М., Котли М. А.</i> СВАРКА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ДЕТАЛЕЙ С ЗАКЛАДНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ	276
<i>Соловых Е.К.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ УПРОЧНЯЮЩИХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ	279
<i>Стрельцов В.В., Бугаев А.М.</i> ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА МАШИН	281
<i>Стрельцов В.В., Бугаев А.М., Филимонов Д.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВ СОШНИКОВ СЕЯЛОК	283
<i>Тарасов В.В., Сивцев Н.С., Козлова К.Н.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ АНИЗОТРОПНОГО ТРЕНИЯ ПРИ ВЫГЛАЖИВАНИИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	284
<i>Тарасов С.Ю., Рубцов В.Е, Горбатенко В.В.</i> МАКРОМАШТАБНАЯ НЕОДНОРОДНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ТРЕНИИ	288
<i>Тимофеев С.С.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПАР ТРЕНИЯ	290
<i>Тимофеева Л.А., Геворкян Є.С., Мельник О.М.</i> ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ НАНОПОРОШКІВ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ ТА ЦИРКОНІЮ	292
<i>Тимофеева Л.А., Федченко І.І., Волошина Л.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ	294
<i>Титаренко В.И., Лантух В.Н., Егоров С.В., Юрик С.А.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОМ КОМПЛЕКСЕ НАПЛАВОЧНОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	297