



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 80-летию со дня рождения  
академика НАН Беларуси П.А. Витязя**

*Материалы 16-й Международной  
научно-технической конференции*

*(30 мая–03 июня 2016 г., г. Одесса)*

**Инженерия поверхности и реновация изделий:** Материалы 16-й Международной научно-технической конференции, 30 мая – 03 июня 2016 г., г. Одесса – Киев: АТМ Украины, 2016.– 195 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,  
2016 г.

шедших эксплуатационные испытания, позволил установить повышение износостойкости детали на 60% из-за снижения коэффициента трения. Остальная доля в снижении износа приходится на снижение шероховатости поверхностей трения и создание защитной пленки, препятствующей проникновению газов и воды в поверхностные слои металла. Применение фторПАВ в качестве насыщающей среды при формировании на поверхности детали износостойкого покрытия является перспективным методом повышения долговечности распределительных валов.

*Тимофеева Л.А., Федченко І.І.* Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

## **СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ В УМОВАХ ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ**

Однією з найважливіших тенденцій розвитку машинобудування є зниження матеріалоземності машин та механізмів. Зменшення розмірів і маси виробів призводить до необхідності передачі вищих контактних напружень і потужностей, що призводить до швидкої зміни властивостей і структури матеріалу, особливо в разі тертя. Велика розманітність складних фізико-хімічних процесів, що одночасно протікають на поверхнях тертя, ускладнює побудову єдиного підходу до опису процесу зношування пра тертя.

Тертя і зношування матеріалу в умовах адгезії є складним багатофакторним видом навантаження, в результаті якого в поверхневих шарах матеріалів відбуваються зміни, безпосередньо пов'язані з утворенням сильнодеформованого, фрагментованого поверхневого шару і переходом від нормального механізму зношування до катастрофічного. Катастрофічне зношування можна охарактеризувати як різке і необоротне збільшення масштабу руйнування в поверхневих шарах зразка, порівнянне з розмірами самого зразка.

На даний час процес деформації твердих тіл традиційно розглядається на мікроструктурному рівні. При цьому існують певні труднощі, особливо яскраво проявляють себе при спробах застосувати теорію дислокацій для пояснення явищ руйнування на

макрорівні. Необхідною сполучною ланкою між поведінкою структури, що деформується на мікрорівні і макрорівні може служити розгляд структурних змін на проміжному масштабному рівні, що описує взаємодію потоків дефектів і локалізацію деформації. Характерною рисою деформації матеріалів на цьому рівні є те, що носієм деформації виступають деякі обсяги матеріалу, які взаємодіють між собою за певними закономірностями.

Структурні зміни в поверхневих шарах твердих тіл при терті в умовах, близьких до схоплювання полягають в утворенні особливого поверхневого шару, структура якого сильно подрібнена під дією деформації, перемішування і генерується тертям тепла. Утворення такого шару зв'язується головним чином з перенесенням і перемішуванням фрагментів і частинок зносу на поверхні. Таким чином, по загальноприйнятій думці формування шару йде поступово і не пов'язане зі зміною масштабного фактора.

Сплави на основі міді (латунь, бронза) в транспортному машинобудуванні застосовуються в парах тертя зі сталлю, де реалізується ефект вибіркового перенесення. Має місце різке падіння коефіцієнта тертя при збільшенні навантаження і швидкості ковзання.

Падіння викликане формуванням тонкої плівки міді на поверхні, як латунного зразка, так і сталевого контртіла (диска). Зміна моменту тертя для тертя латунного зразка при навантаженні 800 Н також характеризується наявністю двох різних режимів тертя. Зношування в даному режимі відбувається шляхом окислення, на поверхні формується плівка чорного кольору. Дослідження поверхні тертя, виявили, що має місце вихід цинку з твердого розчину і його переважне окислення.

Тертя в умовах, близьких до режиму схоплювання, супроводжується утворенням шару матеріалу з розмірами структурних складових в долі мікрметра, що свідчить про інтенсивну фрагментацію. Наявність таких структурних складових призводить до зміни механізму деформації в поверхневих шарах, при цьому виявляється в'язкий механізм вид течії шару до межі з нижнім матеріалом, що представляє собою зону фрагментації.

Перехід в режим адгезійного схоплювання супроводжувався різким зростанням товщини фрагментованого шару, що свідчить про зв'язок між цими явищами. Очевидно, формування шару мезоскопические товщини є більш пізньою стадією деформування матеріалу в області мікротрібоконтakta. Морфологія шару і характер

перебігу на межі з основним металом дозволяє припустити, що єдиним механізмом, здатним утворити такий шар, є механізм втрати зсувного опору попередньо фрагментованого матеріалу за рахунок температурного знеміцнення. При цьому виявлено в'язкий механізм деформації шару, подібний течією шарів в'язкої рідини по нерухомій межі. Таким чином працездатність пар тертя залежить не тільки від вихідного стану поверхонь тертя, але і від структур які утворюються в процесі тертя

*Трифонов И.С.* Ижевский государственный  
технический университет имени М.Т. Калашникова  
*Тарасов В.В.* Институт механики УрО РАН,  
Ижевск, Россия

## **К ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

Любое исследование на этапе планирования основывается на выборе параметров, влияющих на итоговый результат. Применительно к изучению износостойкости материалов при трении по закрепленному абразиву, таковыми являются: зернистость абразива, скорость перемещения образца ( $N$ , мм/мин), прикладываемая нагрузка ( $F$ , Н), путь трения ( $L$ , мм), а также свойства материала образца, основа абразивной шкурки и частота вращения ( $S$ , мин<sup>-1</sup>).

Очевидно, важнейшим из указанных выше параметров, определяющим значения всех остальных будет твердость (микротвердость) материала образца (черные или цветные сплавы, чугуны, твердые сплавы и т.д.). Известно [1], что с повышением твердости, сопротивление материала пластическому деформированию возрастает, повышается и его износостойкость. Результаты предварительных опытов показали также важную роль основы абразивной шкурки при обосновании параметров испытаний.

Существует две основы абразивных материалов – тканевая и бумажная [4, 5]. На практике чаще других используются абразивы на тканевой основе, обладающие высокими эксплуатационными свойствами, что делает их наиболее универсальными для исследо-

<i>Рузметов М.Э., Ходжиев М.Т., Шин И.Г.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКЛАДИРОВАНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА С ПОМОЩЬЮ ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ПОТОКА ТРАНСПОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА	144
<i>Рябченко С.В.</i> ОСОБЕННОСТИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ШЛИФОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ	147
<i>Солодкий С.П.</i> НТУ України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЧАВУННИХ КОКЛІВ	148
<i>Сороченко В.Г.</i> ВЛИЯНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ТВЕРДОСТЬ АБРАЗИВНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ КНБ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	151
<i>Сороченко В.Г.</i> К ВОПРОСУ ИНТЕНСИФИКАЦИИ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	154
<i>Стахнив Н.Е., Л.Н. Девин, Нечипоренко В.Н.</i> ВИБРАЦИИ ПРИ ЧИСТОВОМ ТОЧЕНИИ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ И ЛАТУНИ РЕЗЦАМИ ИЗ НАНОКОМПОЗИТОВ «АЛМАЗ – КАРБИД ВОЛЬФРАМА»	156
<i>Тимофеева Л.А., Демин А.Ю., Воскобойников Д.Г.</i> АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ, ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗНОСА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФРИКЦИОННОГО КЛИНА ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	160
<i>Тимофеева Л.А., Демин А.Ю., Ленив Я.Г.</i> ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НАНЕСЕНИЕМ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ	162
<i>Тимофеева Л.А., Федченко І.І.</i> СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ В УМОВАХ ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ	164