



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.

АНАЛІЗ ПОВЕРХНЕВИХ РУЙНУВАНЬ ДЕТАЛЕЙ

На втрату працездатності деталей машин значний вплив має процес зношування, що виникає в результаті тертя. Тому важливим завданням є вивчення проблеми пошкодження від втоми й руйнування поверхневих третювних поверхонь деталей.

Трибосистема машин, конструкцій і приладів визначається як сукупність зв'язаних між собою механізмів (вузлів тертя), що виконують задані функції за допомогою відносного переміщення частин, супроводжуваного тертям. До найважливіших підсистем належать кінематична, міцностна, динамічна, теплова й інші, що описують явища та процеси, які протікають у трибосистемі машин.

Багато ефектів на поверхні тертя твердих тіл протікають із високими швидкостями та енергіями. Так, можна відзначити наступні явища: мікрровибухи при відділенні часток зношування від поверхонь крихких матеріалів; утворення магма-плазми при зіткненні виступів; зрізання, виривання, зварювання й зминання виступів металевих поверхонь при грубих видах зношування. Ці й багато інших явищ показують, що контактна взаємодія поверхонь твердих тіл найчастіше протікає в екстремальних умовах. У реальних умовах поверхня металів завжди покрита адсорбованим шаром механічних часток (пилу) і різних молекул води, кисню, мастильних матеріалів тощо, состав якого залежить від конкретного середовища.

Тертя є складним, незворотним, розгалуженим, багатоетапним і многомасштабним процесом, у результаті якого на зміну вихідній структурі, хімічному складу, мікрогеометрії, фізико-механічним властивостям приходять нові структури, пристосовані до найбільш ефективного функціонування в існуючих умовах. Таким чином, первинні деструкційні кінетичні процеси при терті слід розглядати як перехідну стадію в загальному еволюційному процесі, а руйнування матеріалу – як заключну фазу, відповідну до повного вичерпання його ресурсу.

У цілому, точне уявлення про поверхневий шар, деформований тертям, можна одержати, розглядаючи його як синергетичну систему, – стан, що виникає в результаті різноманітної й неоднозначної

поведінки таких багатоелементних структур або багатofакторних середовищ, які не деградують до стандартного для замкнених систем усереднення термодинамічного типу, а розвиваються внаслідок відкритості, припливу енергії ззовні, нелінійності внутрішніх процесів, появи особливих режимів із загостренням і наявністю більш одного стійкого стану.

Загальні закономірності кінетики пошкодження матеріалів при об'ємній і контактній утомі, а також при зношуванні від втоми зводяться до наступних положень, сформульованих на основі теорії синергетики.

Існування синергетичної системи локалізоване в енергетичному фазовому просторі. У цьому світлі причина руйнування від втоми полягає в досягненні матеріалом деякого граничного стану в енергетичному фазовому просторі під дією сукупності зовнішніх і внутрішніх факторів.

Це уводить пошук критеріїв втомної міцності від окремих механічних (силових і деформаційних) показників до узагальнених термодинамічних параметрів стану. Крім того, це вимагає аналізу пошкодженого матеріалу як синергетичної системи й, відповідно, вимагає враховувати взаємні зв'язки між зовнішніми й внутрішніми процесами, що протікають на всіх масштабних рівнях і на всіх ступенях ієрархії дисипативних систем.

У процесі пошкодження матеріалу від втоми в ньому завжди спостерігається самоорганізація певних дисипативних систем. Кінетика руйнування від втоми визначається двома фундаментальними властивостями дисипативних систем: просторовою локалізацією й тривалістю існування. Розміри дисипативних систем залежать від розмірів області, охопленої припливом енергії, у якій відбувається самоорганізація характерних для даних умов дисипативних структур.

У процесі пошкодження від втоми конструкційних матеріалів спостерігаються циклічні зміни всіх їхніх основних властивостей, кожне з яких є функцією часу, умов випробувань і інших параметрів, тому критерієм довговічності матеріалів при втомному пошкодженні не може бути яка-небудь одна характеристика. Експерименти показали, що між мікротвердістю, структурно-чутливим коефіцієнтом і втомною довговічністю не існує однозначної кореляції. Емпірична оцінка втомної міцності матеріалів визначається сукупністю трьох основних показників: вихідного значення енергії активації пластичної деформації, енергії активації руйнування матеріалу й

швидкості (або інтенсивності) росту енергії активації пластичної деформації в заданих умовах експлуатації.

У процесі пошкоджуваності система пручається зміні початкового стану за рахунок мимовільної активації адаптаційних (компенсаційних) механізмів. При цьому зростає стійкість системи до руйнуючих впливів, яка проявляється в поступовій затримці швидкості росту енергії активації пластичної деформації, що сприятливо відбивається на довговічності матеріалу. Фізично це обумовлене збільшенням мікротвердості та утворенням сприятливої структури поверхневого шару.

Ріст енергії активації пластичної деформації при різних видах пошкодженні матеріалів від втрати підкоряється єдиної закономірності, яка може бути описана фундаментальними термодинамічними рівняннями у припущенні гіпотези існування локальної рівноваги. В узагальненій кінетичній моделі, отриманої на основі структурно-енергетичної теорії міцності, ураховується внесок основних термодинамічних процесів у накопичення внутрішньої енергії системи.

Неверов А.Н. Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет, Москва, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РАЗБОРКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДРУГИХ ТИПОВ

Для разборки резьбовых соединений пригодны колебания любой поляризации – продольные, крутильные и даже изгибные и радиальные, поскольку все они в той или иной мере снижают силы трения в резьбовой паре и на торцевой поверхности головки болта [1, 2].

Применение крутильных колебаний при разборке резьбовых соединений, по-видимому, наиболее эффективно [3]. Это подтверждает фрагмент многоугольника сил в резьбовом соединении при воздействии продольных и крутильных ультразвуковых колебаний (рис 1). Здесь F_0 – усилие, необходимое для разборки в отсутствии колебаний, F_{y3} – оно же при наличии колебаний, $F_{мкр}$ и $F_{мпр}$ – соответствующие силе F_{y3} амплитуды крутильных и продольных колебаний (показаны двойными стрелками), ψ – угол подъема витков резьбы.

<i>Мамиров И.Г., Жалолов И.Ж., Усманов Б.С., Домуладжанов И.Х.</i> СОСТАВ И СОСТОЯНИЕ ГРУНТОВ НА ОБЪЕКТЕ	106
<i>Морозов В.С.</i> ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА КОНТАКТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	109
<i>Надтока О.В., Аксьонова Н.А., Оробінський О.В.</i> АНАЛІЗ ПОВЕРХНЕВИХ РУЙНУВАНЬ ДЕТАЛЕЙ	111
<i>Неверов А.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РАЗБОРКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДРУГИХ ТИПОВ	113
<i>Николаевич А.И., Буяшов В.П.</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕ- НИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИДКОСТНО-МАСЛЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ	116
<i>Новиков В.Н., Тарасов В.В., Калентьев Е.А.</i> МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ	118
<i>Осіпчук І.О., Піскун Я.В., Вакуленчик Я.Р., Висоцький В.В., Ночвай В.М., Яновський В.А.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ СТІЙКОСТІ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ ВІД ВМІСТУ У НИХ КАРБІДУ ВОЛЬФРАМУ	120
<i>Панченко С.В., Бутько Т.В., Прохорченко А.В.</i> ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ	123
<i>Печёнкин И.А., Пузанов В.Ю., Гильфанов Р.М.</i> 3D ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (ЧПУ)	124
<i>Посвятенко Е.К., Посвятенко Н.І.</i> ЗАХИСНІ ГАЗИ У ПРАКТИЦІ ОТРИМАННЯ ПОКРИТТІВ НАПЛАВ- ЛЕННЯМ	126