

ДІАГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТА РУЙНУВАННЯ ВАЖКООБРОБЛЮВАЛЬНИХ СПЛАВІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ ТА РІЗАННЯ

DIAGNOSTICS OF DEFECTS AND FRACTURE OF HARD-TO-PROCESS ALLOYS BY THE RESULTS OF INVESTIGATION OF WEAR AND CUTTING PRODUCTS

Олександр Балицький¹, Валерій Колесніков², Марія Гаврилук¹, Яцек Еліаш³

¹Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України,
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060, Україна;

²ДЗ «Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка»,
пл. Гоголя 1, м. Старобільськ, 92703, Україна;

³Західноморський технологічний університет
ал. Піастів 19, Щецін 70-310, Польща.

Conducted the study of parameters of cutting wear products of hard alloys under the influence of different technological environments. It has been established that identification of products of wear and cutting may be a marker concerning the intensification of destruction alloys under different conditions.

Розвинуто концепцію життєвого циклу виробу (рис.1), зважаючи на те, що для запобігання виходу деталі з ладу з катастрофічними наслідками, необхідно здійснювати контроль та діагностику деталі під час експлуатації. Наголошено, що внаслідок дії експлуатаційних середовищ, може відбуватись зміна властивостей сплавів в поверхневих та підповерхневих шарах.

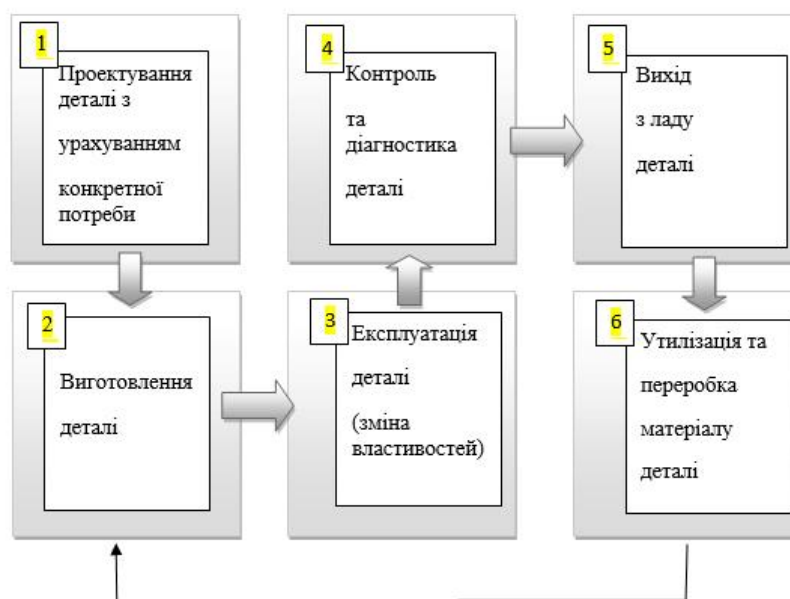


Рис. 1. Узагальнена схема життєвого циклу виробу

Акцентовано увагу на необхідності ідентифікації продуктів зношування та різання. Одним зі шляхів є застосування різних методів комп'ютерного зору (пат. України 108524, МПК G01N3/56, G 01N15/10 Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системного комп'ютерного зору).

Застосування методів комп'ютерного зору дозволить більш ретельно підходити до ідентифікації руйнівних процесів під час експлуатації деталей.

Проведено експерименти стосовно вивчення зносостійкості високоазотних холоднодеформованих сталей. Дослідження проводили в умовах сухого тертя кочення. Зносотривкість визначали на машині тертя СМТ-1 (2070). Швидкість ковзання нижнього ролика 1480 RPM,

а верхнього 1240 RPM (проковзування 15%). Нижній ролик (діаметр 42 mm) виготовлений зі сталі 1.0503 з твердістю 60 HRC (аналога сталі 45). Верхній – з високоазотних сталей: сплав № 1 (типу DDT 68) (діаметр 35 mm) твердістю 45...50 та сплав № 2 (типу P900) (діаметр 31 mm) твердістю 52...60 HRC. У мікроструктурі сплавів зафіксовано аустенітну металеву матрицю мікротвердістю 4,2...5,0 GPa. Лінійна швидкість верхнього ролика 2,27 m/s, а нижнього 3,08 m/s. В умовах тертя без змащування навантаження становило 250...600 N.

Наводнювали зразки з високоазотних сплавів у 26% розчині H_2SO_4 з густиною струму 50...100 А/м². Продукти зношування вивчали на мікроскопі Neophot-2 з обробкою зображень цифрового фотоапарата Canon EOS 30D на ПК, поверхні тертя – на електронному мікроскопі EVO-40XVP зі системою мікроаналізу INCA Energy 350. Продукти зношування високоазотних аустенітних сталей та сталі 1.0503 розділяли за допомогою постійного магнету.

Дослідили вплив змащувально-охолоджуючих рідин (ЗОР): - на основі соняшникової олії (патенти України № 89417 та № 106988), ріпакової та на нафтовій основі - ET-2, в склад якої входять суміш мил кислот желюгової олії з триетаноламіном, які розчинені в індустріальній оливі I-20A, на оброблюваність різання сталей (хромомарганцевих високоазотних, роторних, високонікелевих) для виготовлення відповідальних деталей енергетичного обладнання під час точіння та свердління. Встановлено зменшення шорсткості поверхні у 9 разів порівняно з обробкою насухо та зміну розмірів та морфології стружки, яка внаслідок дії ЗОР подрібнюється.

За допомогою сучасної техніки та комп'ютерних програм досліджували: продукти зношування, різання та корозії (рис.2), що дозволило пов'язати їх морфологію з характером руйнування та впливом експлуатаційних середовищ.

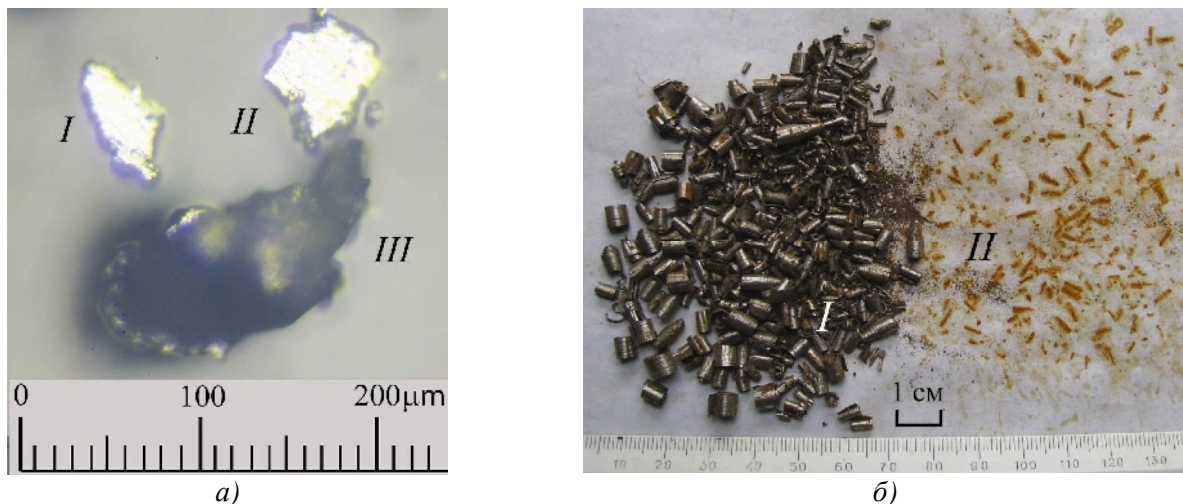


Рис. 2. Продукти зношування: а – I, II – з ненаводнених зразків, III – з наводненого зразка.
б – продукти різання: I – стружка, що прокородувала, II – сліди від корозійних процесів

Встановлено, що інтенсивність зношування наводнених зразків високоазотних холоднотвердих марганцевих сталей вп'ятеро вища, ніж ненаводнених. Розміри продуктів зношування без наводнювання 25...40 μm при $P = 400 \text{ N}$ та 40... 100 μm , якщо $P = 500 \text{ N}$. У наводнених зразків – більше 350 μm за навантаження 250 N, 600...1000 μm , якщо $P = 400 \text{ N}$. Морфологія продуктів зношування демонструє характерний мікрорельєф, який свідчить про різні механізми руйнування при формуванні частинки під час зміни умов тертя. На етапі відділення частинки від зразка можливий механізм руйнування відмінний від того, що спостерігається за взаємодії частинок з тілом і контртілом, внаслідок деформації та додаткового подрібнення.

Проведено класифікацію продуктів зношування, що утворились в умовах тертя ковзання.

За допомогою сучасного обладнання Leco ONH836. підтверджено вплив водню на інтенсивність процесів руйнування поверхневих та підповерхневих шарів. Його концентрація збільшується у продуктах різання, а отже з'являється можливість проводити керування процесів дифузії та суттєво поліпшувати оброблюваність деталей.

Автоматизація ідентифікації руйнівних процесів повинно вивести на значно вищий рівень питання діагностики та прогнозування експлуатаційної стійкості відповідальних деталей енергетичного обладнання.

УДК 621. 793.1

ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ГАЗОСТАТИЧНИХ ОПОР ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ ШЛЯХОМ НАНЕСЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО НАНОШАРУ

STRENGTHENING THE SURFACES OF THE GAS BEARINGS OF THE SPINDLE UNIT BY PRINTING THE CARBON NANOSIL

Інна Віштак, Валерій Савуляк

*Вінницький національний технічний університет,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна.*

By applying carbon (graphene) on the working surfaces of the gas bearing of the spindle unit, it is possible to improve the technical characteristics, improve corrosion resistance, and reduce the coefficient of friction.

Шпиндельні вузли забезпечують до 85% точності під час обробки різанням. Через це вдосконалення конструкції цього вузла є однією з головних задач, що постає перед верстатобудуванням.

Такі основні технологічні характеристики як точність обертання та швидкохідність шпиндельного вузла залежать, переважно, від опор, що застосовуються в них. Для частот обертання більше 10 тис. об/хв слід застосовувати газостатичні опори.

Деталі сучасних газостатичних опор традиційно виготовляються з поширених конструкційних сталей. Недоліком є схильність до схоплювання, в умовах пошкоджень системи газопостачання, внаслідок дотикання на великій швидкості рухомої та нерухомої поверхонь пари тертя, що призводить до втрати працездатності газостатичних опор.

Для виготовлення рухомих елементів газостатичних опор звичайно використовують вуглецеві сталі, загартовані до твердості HRC 56-64, а також нержавіючі сталі для роботи в агресивних середовищах тощо. Корпус опори може виготовлятися із таких же матеріалів, що і вал, але також використовуються і антифрикційні матеріали: бронзи, графіт, бабіт, латуні, алюмінієві сплави. При цьому отвори опори обробляються до параметрів шорсткості $R_A=2,5 \dots 0,32$ мкм при номінальному робочому зазорі $c=35\pm 60$ мкм.

При цьому потрібно забезпечити найважливіші експлуатаційні властивості поверхонь опор – мікротвердість, мінімальний коефіцієнт тертя, теплостійкість, теплопровідність, міцність, ударну в'язкість, корозійну стійкість при нормальних та підвищених температурах.

Забезпечити такі характеристики та властивості опор можливо також шляхом нанесення нанопокриттів вуглецю з використанням новітніх технологій. Можливі варіанти передбачають використання моношарових (графенових), багатшарових та композиційних покриттів. Нановуглецеві покриття забезпечують унікальні характеристики робочих поверхонь пар тертя: високу електропровідність та теплопровідність (в багато разів вищу, ніж у міді), у кілька разів вищий модуль Юнга, дуже низький коефіцієнт тертя. При цьому на порядок зменшується ймовірність схоплювання рухомих та нерухомих деталей в моменти запуску та аварійних зупинок. Нанесення таких покриттів реалізується вакуумно-конденсаційними технологіями.

Технологія дає змогу здійснювати осадження наноструктурних покриттів з вуглецю на поверхні сплавів або кераміки за умови регульованих температур підкладки, що дозволяє позбутися жолоблення. Це вигідно вирізняє метод від процесів нанесення покриттів, що супроводжуються суттєвим нагріванням та деформаціями деталей. Вуглецеві нанопокриття характеризуються високою корозійною стійкістю та зносостійкістю, значення яких в рази перевищують аналогічні характеристики, отримані на інших покриттях.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО З МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА • РЕДАКЦІЯ ЖУРНАЛУ «МАШИНОЗНАВСТВО»



13-й МІЖНАРОДНИЙ СИМПОЗИУМ УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ У ЛЬВОВІ

Матеріали симпозиуму

13-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv

Proceedings

Львів

18 — 19 травня 2017 р.

Т 665
УДК 531+621+669+681

Тринадцятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Матеріали симпозіуму. — Львів: КІНПАТРІ ЛТД. — 2017. — 216 с.

Опубліковані тези доповідей, виголошені авторами на Тринадцятому міжнародному симпозіумі українських інженерів-механіків у Львові. До збірника увійшли праці, які стосуються проблем статичної та динамічної поведінки пружних і пружно-пластичних систем, міцності та надійності машин і приладів, математичних основ теорії тріщин, машинознавства, синтезу й оптимізації машинобудівних конструкцій, моделювання фізико-механічних процесів у неоднорідних тілах, технології та автоматизації виробництва, функціональних і конструкційних матеріалів, поверхневого оброблення та захисту деталей машин і конструкцій, трибології, зварювального виробництва і діагностики металевих конструкцій, проектування, виготовлення, експлуатації і сервісу транспортних засобів, піднімально-транспортних машин, вібротехніки та вібраційних технологій.

Для наукових працівників, аспірантів, викладачів вищих навчальних закладів, інженерів та студентів.

ISBN 978-966-7585-18-9

Редакційна колегія:

О. Андрейків, І. Дмитрах, Б. Кіндрацький (голова), Р. Качмар (секретар), І. Кузьо,
Р. Кушнір, О. Ланець, В. Палаш, В. Панасюк, В. Похмурський,
З. Стоцько, Г. Сулим, Є. Харченко

© Національний університет «Львівська політехніка»,
автори, 2017 р.
© Оформлення ТзОВ «КІНПАТРІ ЛТД», 2017 р.

Шпачук В., Засядько М., Дудко В. Пакетні стрічкові пружні елементи вузлів з'єднання багатокординатних вібростендів	182
Шевченко О., Манзюк С. Підвищення точності обробки на прецизійних токарних верстатах	183
Шенбор В., Брусенцов В., Шенбор Ю. Синтез гнучких вібраційних транспортно-технологічних систем	185
СЕКЦІЯ 6. ЗВАРЮВАННЯ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ	187
Посвятенко Е., Аксьом П. Визначення фактичного складу аустенітних сталей.....	187
Балицький О., Колесніков В., Гаврилук М., Еліаш Я. Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання	189
Віштак І., Савуляк В. Зміцнення поверхонь газостатичних опор шпиндельних вузлів шляхом нанесення вуглецевого нанощару.....	191
Голубець В., Гасій О., Степанишин В. Зносостійкість інструментальної сталі з вакуумними йонно-плазмовими покриттями в умовах моделювання процесу різання.....	192
Гончар В., Донченко Т. Вплив іонного азотування на характеристики міцності і пластичності сталей	193
Грабовський А., Бондарець О., Устименко П. Експлуатаційна деградація властивостей матеріалу та її вплив на ресурс роботи обладнання та конструкцій.....	195
Дмитриченко М., Білякович О., Савчук А., Туриця Ю. Вплив мастильного середовища і його температурних показників на антифрикційні властивості олив в контакті	198
Жигуц Ю., Лазар В., Хомяк Б. Термітне зварювання високолегованих сталей.....	199
Каплун П. Вплив іонного азотування в безводневому і водневому середовищах на втомну витривалість при згині сталі 45Х	201
Лужецький В., Вірт І. Діагностика механічних властивостей зміцнювальних покриттів акустичним методом	202
Палаш В., Дзюбик А., Хомич І. Дослідження зони сплавлення середньовуглецевої сталі із аустенітним зварним швом.....	204
Палаш Р., Назар І., Семкович Р. Шляхи забезпечення технологічної міцності зварних з'єднань високоміцних сталей.....	206
Труш В., Лук'яненко О., Федірко В., Тихоновський М., Ковтун К. Вплив кисню на приповерхневий шар d-елементів IV-групи (Ti, Zr, Hf)	207
Цибрій Ю. Розробка мехатронної системи керування електронно-променевою плавкою титану	209

Наукове видання

**13-й МІЖНАРОДНИЙ СИМПОЗИУМ
УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ
У ЛЬВОВІ**

Матеріали симпозиуму

ТзОВ «КІНПАТРІ ЛТД»

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготвіників і розповсюджувачів
видавничої продукції ЛВ №39 від 10.08.2005.

Підписано до друку 10.05.17 р.
Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Гарнітура «Таймс». Друк різнографією.
Умов. друк. арк. 24,88.
Зам. 12/17.

Надруковано з готового оригінал-макета
у Дослідно-видавничому центрі Наукового товариства імені Шевченка,
79013, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 21.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК №884 від 04.04.2002 р.

Балицький О.І., Колесніков В.О. Гаврилюк М.Р., Еліаш Я., Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання (Diagnostics of defects and fracture of hard-to-process alloys by the results of investigation of wear and cutting products) // 13-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 18-19 травня, 2017 року. С. 189 – 191. (Тези доповіді).

Балицький О., Колесніков В., Гаврилюк М., Еліаш Я. Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблюваних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання. *Симпозиум українських інженерів-механіків у Львові: тези доповідей учасників 13-го Міжнар. симпозиум, 18–19 трав. 2017 р. Львів: КІНПАТРІ ЛТД, 2017. С. 189–191.*

Диагностирование повреждений и разрушения труднообрабатываемых сплавов по результатам исследований продуктов износа и резания.

https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4umFyevgAhXRqIsKHR7WAmkQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fsci.ldubgd.edu.ua%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F3788%2Ftezy%2520ISUMEL_13_Finish.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw1uKpjsS9CM3N9GElm4ITbu

https://www.researchgate.net/publication/331533184_3-j_Miznarodnij_simpozium_ukrainskih_inzeneriv-mehaniciv_u_Lvovi_DIAGNOSTUVANNA_POSKODZEN_TAJ_RUJNUVANNJA_VAZKOOBROBLUVALNIH_SPLAVIV_ZA_REZULTATAMI_DOSLIDZEN_PRODUKTIV_ZNOSUVANNA_TAJ_RIZANNA_DIAGNOSTICS