

Високоєфективні технологічні процеси в приладобудуванні**Література**

1. Проектирование технологий: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.
2. Капустин Н.М. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства. – М.: Машиностроение, 1979. – 245 с.
3. Челищев Б.Е., Боброва И.В., Гонсалес – Сабатер А. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1987. – 264 с.
4. Капустин Н.М., Корсаков В.С., Темпельгоф К.-Х., Лихтенберг Х. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1985. – 304с.

<p>Филиппова М.В. Моделирование сборочных единиц и технологии сборки изделий в приборостроении В работе рассматривается вопрос создания математической модели изделия с целью автоматизации технологии механосборочных работ. При этом рассматриваются функциональные связи между параметрами конструкции и порядком создания изделия.</p>	<p>Filippova M.V. Modelling of the assembly units and technology assembly details at instrument making In work the question of creation of mathematical model of a product is considered with the purpose of automation of technology of machine-assembling works. Thus functional communications between parameters of a design and the order of creation of a product are considered.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Надійшла до редакції
8 липня 2003 року*

УДК 539.4: 534.282

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВАКУУМ-ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ НА ЛОГАРИФМІЧНИЙ ДЕКРЕМЕНТ КОЛИВАНЬ

¹⁾Антонюк В.С., ²⁾Сорока О.Б., ²⁾Бовсуновский А.П., ²⁾Рутковский А.В.,

¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

²⁾Інститут проблем міцності НАН України ім. Г.С. Писаренко, м. Київ, Україна

В роботі наведено результати експериментального дослідження впливу вакуум-плазмових покриттів на характеристики розсіювання енергії в матеріалі зразків, виконаних з інструментальної сталі Р6М5. Виявлено зниження декременту коливань зразків з модифікованою поверхнею. Отримані результати відповідають представленням про те, що логарифмічний декремент коливань є характеристикою, що залежить від стану поверхні зразків

Вступ

Напрямок сучасного машинобудування яке включає розвиток і створення нових технологій впливу на поверхневий шар деталей та інструментів, які передбачають керування складом, структурою і властивостями шляхом нанесення покриттів і модифікації поверхневого шару. Тонкі покриття, отримані на основі вакуум-плазмових (PVD) технологій, використовуються для підвищення зносостійкості і ерозійної стійкості. У зв'язку з тим, що ці покриття знаходять застосування у високонавантажених деталях та інструменті, важливим є питання про вплив таких покриттів на механічні характеристики деталей та різального ін-

струменту. Відомо, що PVD покриття впливають на характеристики короткочасної статичної міцності [1] і опір втомі [2]. Стан поверхні впливає на рівень розсіювання енергії в матеріалі, особливо при циклічному деформуванні в умовах вигину, коли поверхневий шар є областю максимальних напруг. Авторами [3] було виявлено, що демпфувальні характеристики зразків різні при різних видах обробки поверхні. В роботі [4] було показано, що дефектний поверхневий шар істотно впливає на характеристики розсіювання енергії тонких зразків з вуглецевих сталей зі слабо вираженим магнітомеханічним гістерезисом. Так авторами [4] було виявлено, що операція електрополірування зразків із сталі Ст3 значною мірою знижує величину загасання. В той же час пластичне деформування вуглецевої сталі 45, що супроводжується порушенням щільності матеріалу і розпушенням поверхні, викликає збільшення розсіювання енергії. В роботі [5] зазначено, що наявність плівок титану товщиною 1-3 мкм збільшує внутрішнє тертя монокристалів молібдену.

Необхідність досліджень обумовлена зростаючим використанням захисних вакуум-плазмових покриттів для деталей, що працюють в умовах значних динамічних навантажень та різального інструменту і з'ясування питань про вплив покриттів на фізико-механічні характеристики основного матеріалу.

Виходячи з вищенаведеного, метою роботи є вивчення впливу вакуум-плазмових покриттів на характеристики внутрішнього тертя при коливаннях експериментальних зразків, виготовлених з швидкорізальної сталі Р6М5.

Обговорення результатів досліджень

В роботі наведено результати експериментального дослідження впливу покриттів на характеристики амплітудно-залежного внутрішнього тертя при поперечних коливаннях. Для з'ясування впливу покриттів на характеристики розсіювання енергії проведена серія експериментів на [6]. Зразок з робочою частиною прямокутного поперечного перерізу жорстко кріпився в масивній рамі, що підвішувалася на тонких сталевих струнах.

Для досліджень використовувався резонансний метод збудження коливань за допомогою електромагнітної системи. Система вимірювання складалася з тензорезисторів і датчика прискорення, підсилювачів, цифрових вольтметрів, двоканального осцилографа, частотоміра, аналого-цифрового перетворювача і персонального комп'ютера (рис.1.).

Зразки досліджувались при згинальних коливаннях за першою формою. Логарифмічний декремент коливань, що є мірою демпфувальної здатності зразків визначали методом вільних загасаючих коливань за допомогою програмного забезпечення [7].

Розрахунок логарифмічного декременту коливань визначали за формулою:

$$\delta = \frac{1}{N} \ln \left(\frac{A_i}{A_{i+N}} \right),$$

де a_i и a_{i+N} – амплітуди коливань i -го і $(i+N)$ -го циклу загасаючих коливань; N – кількість циклів усереднення декременту. Відносна похибка визначення логарифмічного декременту не перевищувала 10%.

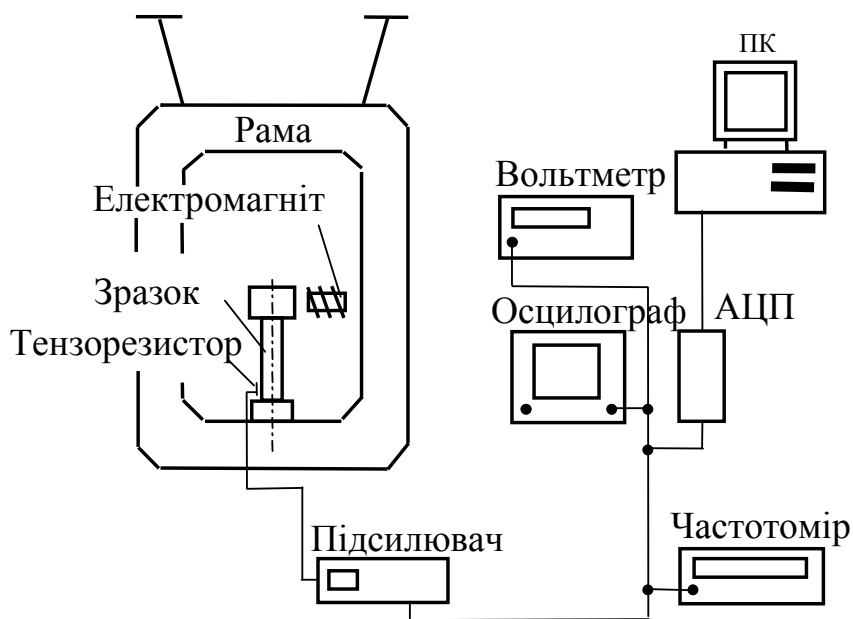


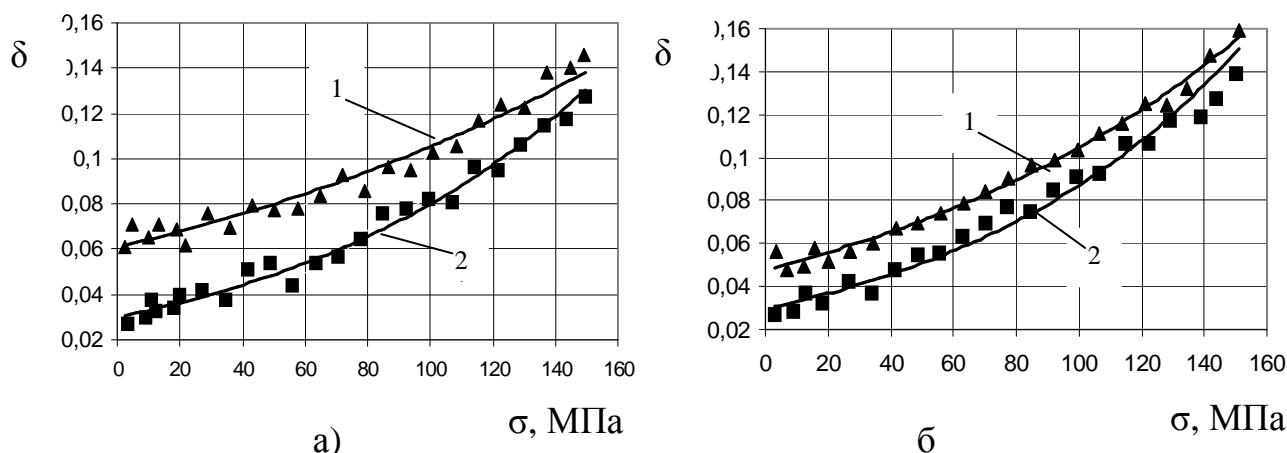
Рисунок1 – Блок-схема експериментального устаткування КД-1М

При дослідженнях використовувалися плоскі зразки із сталі Р6М5 з розмірами робочої частини 4x15x210 мм. Спочатку вимірювали декремент коливань у початковому стані (без модифікації поверхні). Потім на зразки наносили покриття з нітриду титану (TiN) товщиною 4 і 10 мкм методом конденсації з плазмової фази в умовах іонної імплантації поверхні на устаткуванні типу ННВ-6,6И1. Досліджувався також вплив низькоенергетичного іонного бомбардування поверхні зразка на характеристики розсіювання енергії, як одного із способів модифікації поверхні. Для цього на устаткуванні ННВ-6,6И1 поверхню зразка піддавали низькоенергетичній іонній імплантації протягом 18 хвилин.

За результатами експерименту одержані криві амплітудної залежності для зразка в початковому стані і після нанесення покриття. Покриття з нітриду титану (TiN) покриття призводять до зниження декременту коливань зразків зі швидкорізальної сталі Р6М5, особливо при незначних амплітудах напружень (рис.2.).

Це явище можна пояснити в такий спосіб. Відомо, що внутрішнє розсіювання енергії залежить від мікропластичної деформації. Ріст і розвиток мікропластичної деформації призводить до збільшення розсіювання енергії. Покриття на основі нітриду титана характеризуються високою твердістю (наприклад, твердість H_u для Р6М5 без покриття складає 810 МПа, твердість H_u для тієї ж сталі з нітридтитановим покриттям товщиною 10 мкм складає 1240 МПа), значним рівнем зали-

шкочих напружень стиску [8], які призводять до зниження характеристик пластичності при одночасному збільшенні характеристик міцності [1].



1 - зразки в початковому стані; 2 – з покриттям .TiN

Рисунок 2 - Залежність декременту коливань δ від амплітуди максимального напруження σ для зразків з сталі Р6М5 з покриттям TiN товщиною 4 мкм (а) і товщиною 10 мкм (б) відповідно

Таким чином розглянуті покриття створюють пост-бар'єрний ефект, стримуючи рух дислокацій і ускладнюючи розвиток мікропластичних деформацій, тобто, "поліпшення" поверхні призводить до зниження демпфуючих характеристик.

Як відомо, при обробці важкооброблюваних матеріалів різанням, використовують високочастотні коливання з метою підвищення оброблюваності матеріалі різанням і зміни характеру процесу різання (стружкоутворення, пластичного деформування, тертя на контактних поверхнях) [9].

Зниження демпфуючих характеристик швидкорізальної сталі Р6М5 внаслідок сформованого вакуум-плазмового покриття TiN на робочих поверхнях різального інструменту призводить до зміни характеру вібромеханічного впливу на зрізуючий шар матеріалу. Підвищення високочастотної складової амплітуди коливань призводить до короткочасного періодичного збільшення швидкості різання, зниження сил тертя на поверхнях контакту інструмента із стружкою і оброблюваною заготовкою, а також підвищує ефективність використання технологічних мастильно-охолоджуваних засобів. Позитивний вплив демпфуючих характеристик матеріалу різального інструменту може превалювати над негативними факторами вібрацій, що виникають в процесі різання. При цьому проходить підвищення швидкості деформації, що призводить до зміни швидкості формування окремих елементів стружки по її довжині і покращення процес стружкоутворення.

Висновки

Проведені дослідження підтверджують, що стан поверхневого шару, зокрема наявність тонких вакуум-плазмових покриттів впливають на декримент матеріалу

- швидкорізальної сталі Р6М5. При цьому використання вакуум-плазмових покриттів TiN на робочих поверхнях різального інструменту покращує процеси стружкоутворення при обробці матеріалів різанням, що особливо важливо для чистових операцій механічної обробки важкооброблюваних матеріалів.

Виходячи з отриманих експериментальних досліджень найбільший ефект зниження демпфуючих характеристик сталі Р6М5 з покриттям TiN проявляється при малих товщинах покриття (4 мкм) і низьких амплітудах навантаження.

Крім того, можна відзначити, що питання впливу поверхневого шару на розсіювання енергії зразків з досліджуваного матеріалу достатньо складне і потребує ретельного вивчення, що є напрямом подальших досліджень.

Література

1. Рутковский А.В., Ляшенко Б.А., Гопкало А.П., Сорока Е.Б. Об упрочняющей роли вакуум-плазменных покрытий // Проблемы прочности. – 1999. – № 6. – С. 123–126.
2. Трапезон А.Г., Ляшенко Б.А., Рутковский А.В. О влиянии вакуумных покрытий на сопротивление усталости технического титана // Пробл. прочности. – 1995. – № 11. – С. 32–40.
3. Голод В.В. Исследование влияние поверхностного слоя на внутреннее трение и усталостную прочность. Автореф. дис. на соискание уч. степени к.т.н., Новосиб., 1976. – 22 с.
4. Башта О.Т. Исследование влияние поверхностных слоев материала на декремент колебаний // Пробл. прочности. – 1970. – № 9. – С. 89–92.
5. Ажажа В.М., Ковтун Г.П., Неклюдов И.М. Влияние металлических покрытий на механические свойства металлов. Сучасні проблеми механіки матеріалів: фізико-хімічні аспекти та діагностика властивостей. Матеріали міжнародного науково-технічного симпозиуму. 4–7 червня 2001 р., Львів. – С. 68–80.
6. Матвеев В.В. Демпфирование колебаний деформируемых тел. К.: Наук. думка, 1985.–264 с.
7. Басков А.Г., Кратко А.Г., Бовсуновский А.П., Матвеев В.В., Чайковский Б.С. Автоматическая система измерения характеристики демпфирования колебаний механических систем на основе микроЭВМ // Пробл. прочности. – 1990. – № 1. – С. 110–112.
8. Ляшенко Б.А., Рутковский А.В., Сорока Е.Б., Липинская Н.В. О снижении остаточных напряжений в вакуум-плазменных покрытиях // Пробл. прочности. – 2001. – № 4. – С. 62–69.
9. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. – М.: Высш.школа, 1976. – 590 с.

Антонюк В.С., Сорока Е.Б., Бовсуновский А.П., Рутковский А.В. **Исследование влияния вакуум-плазмовых покрытий на логарифмический декремент колебаний.**

В работе приведены результаты экспериментального исследования влияния вакуум-плазменных покрытий на характеристики рассеяния энергии в материале образцов, выполненных из инструментальной стали Р6М5. Обнаружено снижение декремента колебаний образцов с модифицированной поверхностью. Полученные результаты соответствуют представлениям о том, что логарифмический декремент колебаний является характеристикой, зависящей от состояния поверхности образцов

Antoniuk V.S., Soroka E.B., Bovsunovski A.P., Rutkovski A.V. **Investigation of the PVD-films at the logarithmic decrement of the oscillation.**

The results of the experimental investigation of the PVD-films at the dissipation characteristics of stainless steel Р6М5. That surface coating leads to the decreasing of logarithmic decrement of the samples oscillation it is shown. The results agree with notion that logarithmic decrement oscillation depends on surface state of the samples is obtained.

*Надійшла до редакції
5 листопада 2003 року*