

СЕКЦІЯ 3

КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ. ОБРОБКА МЕТАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

UDC 621.383

RESEARCH OF FIBRE OPTICS BASED MOTION DETECTOR

¹⁾Lipiński Michał, ²⁾Nataliia Stelmakh

¹⁾Lublin University of Technology, Institute of Electronics and Information Technology, Lublin, Poland; ²⁾National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” Kyiv, Ukraine,

E-mail: michallipinski@hotmail.com, n.stelmakh@kpi.ua

Fiber-optic technology is commonly used in industrial detectors with advantages like efficiency, low cost and great flexibility in installation. With those strengths in mind a study on motion detector was conducted. Detector shown capabilities of detecting objects and to some extent possibility of following moving objects.

The fiber-optic motion detector was intended to be a non-complex way to detect an object, then observe displacement and determine the direction and sense in which it occurs. Detector was believed to aid in task of positioning or following motion of object marked by the source of signal [1].

The basis for translation detection and determination of its direction and sense is the intensity-modulated fibre-optic detector [2]. Modification of this concept include using a pair of sensors in order to enable detection of motion in a plane. Each sensor is composed of a pair of fibres with known diameter D . Detection surface assembled to ensure equidistant between each of forming arms provide one centre point in which signals received are of equal strength. Observation of motion in OZ axis is possible by increasing d - distance from transmitting arm to a detection surface.

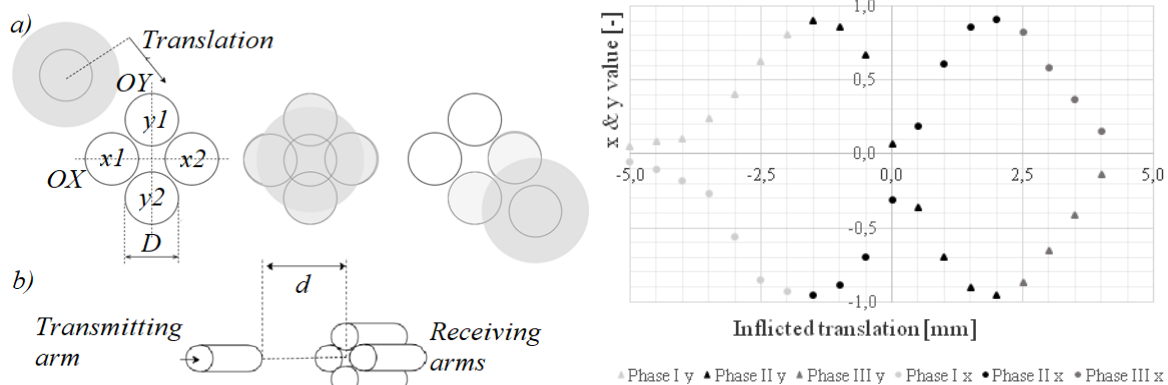


Fig. 1. Studied motion detector: a) example of translation, b) device arms configuration, with processed output signal

Studying signals outputted by this detector it's possible to determine three major phases of object translation: phase I – the approach of transmitting arm to detection

surface, phase II – almost linear shift in peak values and lastly phase III – distancing of device components.

Keywords: fiber-optics, motion detector, intensity-modulated detector

References

- [1] D. Krohn, T. MacDougall and A. Mendez, Fiber Optic Sensors, Fundamentals and Applications, Washington, USA: SPIE Press, 2014.
- [2] Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Warszawa, Poland: Agenda Wydawnicza PAK, 2006.

UDC 681.586.5

STUDY OF INFLUENCE TYPE OF ENVIRONMENT AND REFLECTING SURFACE ON THE CHARACTERISTICS OF OPTICAL PROXIMITY SENSORS

Pawlik Karolina, Komada Pawel

*Lublin University of Technology, Institute of Electronics and Information Technology,
Lublin, Poland,*

E-mail: p.komada@pollub.pl

Optical proximity sensors are not new idea of device but they are still being developed. Examples of the use of such sensors can be found in the works [1-4].

Construction of sensor are presents on Fig. 1. Light from LED or laser (1) is transmitted bundle fibers (2) to a sensor head (3). Bundle fibers (5) transmit to a detector (6) a light which reflected from surface (4). Power of the light is a function of a distance L from sensor head to reflecting surface, type of surface and type of environment. Theoretical description of the principle of the sensor's operation can be found in [3].

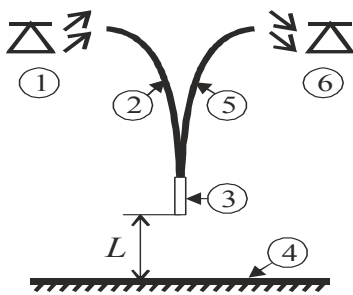


Fig. 1. Construction of optical proximity sensor

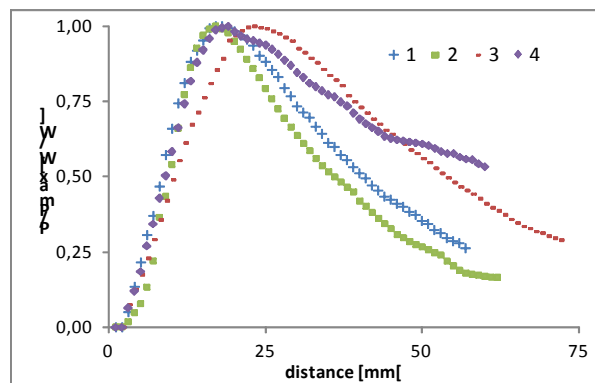


Fig. 2. Results of experiments

Sensor processing characteristics for different cases were determined. Fig. 2 presents a results for a case (environment & surface): 1 – air & shiny, 2 – air & matt, 3 – water & shiny, 4 – water & matt. The results lead to main conclusions: 1) received power is higher for a water and when surface is shiny; 2) the measuring range is larger for the water than for air. The dependence of sensor processing characteristics on the considered factors means that its use in non-standard conditions is possible only after prior determination of the characteristic in such conditions.

Key words: optical fiber sensor, proximity sensor.

References

- [1] J. B. Faria, "A theoretical analysis of the bifurcated fiber bundle displacement sensor", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 47, no. 3, pp. 742-747, 1998, doi: 10.1109/19.744340.
- [2] J. Gołębiowski, B. Guzowski and Sz. Milcarz, "The application of optical fiber reflectance sensors in measuring displacements of the movable MEMS structures", *Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review)*, R. 88, NR 10b, pp. 117-119, 2012.
- [3] Z. Kaczmarek, *Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe*, Warszawa, Poland: Agenda Wydawnicza PAK, 2006.
- [4] C. Vazquez et al., "Multisensor system using plastic optical fibers for intrinsically safe level measurements", *Sensors and Actuators A*, 116, 22-32, 2004.

УДК 621.79: 620.111.1

ФОРМУВАННЯ НАПАЯНОГО ШАРУ БЕЗ ПОВЕРХНЕВИХ ПОР ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ «ФРЕЗЕРУВАННЯ- ВІЗУАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ-ЗАПАЙКА»

*Борисевич В. М., Каглинський О. Є., Несін В. В.
ІСТЕ СБУ, м. Київ, Україна
E-mail: witnes@ukr.net*

Виготовлення деталей малих розмірів складної форми з «твердим» (ЛС59-1) та «м'яким» (припій) прошарками без поверхневих дефектів типу пори ускладнене рядом причин різного характеру [1]. Одночасно із застосуванням підготовчих, металургійних, організаційних упереджувальних дій [2], в проведеній роботі рекомендується застосування петлі технологічного циклу (рис. 1).



Рис. 1. Технологічний цикл «Фрезерування – візуальний контроль – запайка»

Складний профіль мініатюрних двокомпонентних за складом і властивостями деталей формується фрезеруванням із застосуванням спеціальних фрез [3]. Деталі з виявленими поверхневими порами, що перевищують норми допустимості, повертаються на запаювання. Повторне формування профілю після виправлення дефектів паяння здійснюється без зміни налаштування фрезерного верстату та технологічного оснащення.

Затримка на виконання достатньої кількості циклів виправдана високою вартістю попередніх робіт та необхідністю 100% випуску бездефектних деталей в малосерійному виробництві.

Ключові слова: паяння, поверхневі дефекти, візуальний контроль

Література

- [1] О. Є. Каглинський, С. Л. Лахтадир, В. В. Несін, “Характерні відхилення механічних властивостей, дефекти термообробки та паяння латуні ЛС59-1” на *XI Всеукр. наук.-техн. конф. Досконалість зварювання – комплексний підхід*, Київ, 2017, с. 9.
- [2] М. М. Козюба, О. А. Павленко, В. В. Несін, “Запобігання утворенню пор в напайці” на *XI Всеукр. наук.-техн. конф. Досконалість зварювання – комплексний підхід*, Київ, 2017, с. 10.
- [3] О. Є. Каглинський, В. В. Несін, “Специфічна дія електрографічного маркування та контролю твердості матеріалу Р6М5 спеціальних фрез складного профілю” на *наук.-техн. конф. Нові матеріали і технології в машинобудуванні*, Київ, 2016, с. 67-68.

УДК 621.865.8

ПРОЕКТУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ ПОДАЧІ ВАЛУ НА ТОКАРНИЙ ВЕРСТАТ З ЧПУ

¹⁾Alina Tsvitok, ²⁾Nataliia Stelmakh

¹⁾Lodz University of Technology, Lodz, Poland

²⁾Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

E-mail: tsvitokalina@gmail.com, n.stelmakh@kpi.ua

На сьогоднішній день широкоживана велика кількість конструкцій маніпуляторів для подачі комплектуючих до верстатів з ЧПУ. Проте, в у масовому виробництві цілком обґрунтованим є індивідуальний підхід до проектування таких конструкцій для конкретних деталей [1].

Для проектування маніпулятора необхідно обрати габаритні розміри верстата і самої деталі, визначити матеріал деталі для розрахунку її маси. Далі знаходимо швидкість руху валу від столу до верстату. Головним, завданням є проектування конструкції захвату для валу. Для цього необхідно знайти відстані по трьом вісям від робочої зони верстату до столу, на якому знаходиться вал і задати час, за який маніпулятор здійснює рух в кожній із площин. Таким чином знаходимо прискорення направляючої в трьох площинах. Для підбору деталей за параметрами використовуємо онлайн-базу <https://www.festo.com>, де обираємо направляючу маніпулятора, а також розраховуємо інші параметри захвату для подальшого проектування [2].

Особливістю такої конструкції є простота і економічність. Конструкція маніпулятора приведена на рис 1. Його ланки можуть повертатися відносно трьох основних осей O1, O2 і O3, що забезпечують переміщення захвату в робочій зоні; ще дві осі O4 і O5 визначають орієнтуючі рухи захвату.

Кінематична схема такого маніпулятора приведена нижче на рис. 2.

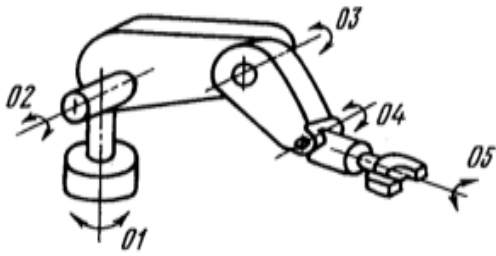


Рис. 1. Конструкція маніпулятора

Ключові слова: проектування маніпулятора.

Література

- [1] Sinan Kilicasian, M. Kemal Ozgonen and S. Kemal Ider, “Control of constrained spatial threelinkflexible manipulators” in *Proceedings of the 15th Mediterranean Conference on Control & Automation*, Athens–Greece, July 27-29, 2009.
- [2] T. H. Lee, S. S. Ge, Z. P. Wang, “Adaptive robust controller design for multi-link flexible robots”, *Mechatronics*, 11, pp. 951–967, 2001.

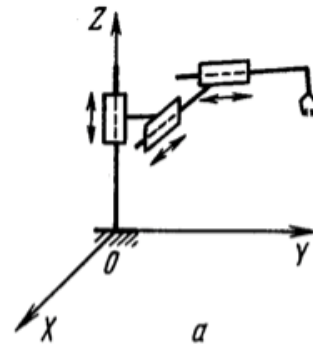


Рис. 2. Кінематична схема

УДК 658.5.012.01

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Вислоух С. П.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Email: vsp1@ukr.net

Виробничі процеси в приладобудуванні відносяться до класу складних організаційно-технічних систем, для яких характерними є загальна мета функціонування системи, що визначає ступінь поведінки її складових елементів, складні внутрішні зв'язки, велика кількість елементів тощо.

Одним із основних методів пізнання, аналізу й дослідження та оцінки роботи складних систем є їх комп'ютерне моделювання.

Комп'ютерне моделювання є процесом створення моделі реальної системи та постановки обчислювальних експериментів на цій моделі з метою дослідження поведінки системи та оцінки різноманітних алгоритмів її функціонування. Таким чином, процес комп'ютерного моделювання включає конструювання моделі та її використання для розв'язання поставленої задачі проектування виробничих процесів, їх аналізу, дослідження та оптимізації.

Сучасним методом комп'ютерного моделювання виробничих процесів є імітаційне моделювання, що дозволяє представити послідовність виконання операцій або етапів виробничого процесу шляхом моделювання його окремих елементів, а також визначити найкращий тип виробничої лінії з отриманням оптимальних показників, виконати тестування множини параметрів

виробництва, включаючи пропускну здатність потоку і кількість необхідного обладнання, та визначення того типу виробництва, що буде найбільш ефективним для виготовлення виробу, й факторів, які впливають на кінцеві показники якості створюваного продукту.

Аналіз сучасних засобів імітаційного моделювання показав, що для цього доцільно застосовувати багатофункціональне середовище імітаційного моделювання AnyLogic. За допомогою системи AnyLogic є можливість побудувати моделі дільниць виготовлення деталей і ліній складання складних виробів та оптимізувати їх роботу шляхом імітації всіх елементів технологічних процесів ще до початку реального виробництва.

Як приклад застосування комп'ютерного моделювання роботи виробничих систем створена імітаційна модель технологічного процесу складання хвильового редуктора засобами системи AnyLogic, яка показала ефективність даного виду моделювання при вирішенні задач дослідження складних технологічних систем в приладобудуванні.

Ключові слова: виробничий процес, комп'ютерне моделювання, імітаційне моделювання, система AnyLogic, технологічний процес складання.

УДК 621.91.01:681.3.01:004.4

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ

*Волошко О. В., Вислоух С. П.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
Email voloshko_o@ukr.net*

Комп'ютерна техніка настільки глибоко увійшла в усі сфери життя людини, що представити «ручне» виконання будь-яких більш менш складних процесів, вже просто неможливо. Оскільки моделювання параметрів обробки деталей є складним процесом, тому використання комп'ютерних систем буде вкрай необхідним. Існує багато систем, які мають спеціалізоване призначення. До цих систем відносяться системи автоматичного проектування (САД системи) та системи автоматизації виробництва (САМ системи). Дані системи призначені для розробки конструкторськуні технологічну документацію.

Однак ці спеціалізовані пакети автоматизованого проектування не мають необхідних засобів інженерного аналізу. Спеціалізовані САЕ-системи інженерного аналізу, а саме ABAQUS, ANSYS, COSMOS, I-DEAS, NASTRAN, FEMAP тощо дозволяють не тільки виконати якісне моделювання систем різної фізичної природи, а й досліджувати характер зовнішніх впливів на об'єкт у вигляді розподілу напружень, температур, швидкостей, електромагнітних полів тощо.

В даній роботі розглядається питання використання новітніх комп'ютерних технологій для дослідження параметрів поверхневого шару деталі після

механічної її обробки. Розв’язання поставленої задачі моделювання параметрів поверхневого шару пропонується представити в два етапи: створення математичних моделей параметрів поверхневого шару деталей в залежності від режимів їх оброблення; перевірка створених моделей шляхом комп’ютерного моделювання засобами інженерного аналізу (CAE-систем).

Засоби комп’ютерного моделювання дозволяють представити пружний та температурний стан поверхневого шару деталі після виконання її механічного оброблення з визначеними режимами. Для цього пропонується використовувати CAE-систему інженерного аналізу FEMAP 10.2.0, що базується на методі кінцевих елементів. Основна ідея методу полягає в тому, що будь-яку безперервну величину, таку як температура, тиск і переміщення, можна апроксимувати дискретною моделлю, яка будується на множині кусково-безперервних функцій. Ці функції визначаються за допомогою значень неперервної величини у кінцевому числі точок області. Таким чином шляхом вказання точок прикладення експлуатаційних навантажень на деталь можна отримати значення пружного та температурного стану поверхневого шару деталі.

Використання наведеної методики дослідження дозволяє забезпечити необхідні параметри поверхневого шару деталі та безпечні умови її експлуатації.

Ключові слова: математичне моделювання, комп’ютерне моделювання, система FEMAP, параметри поверхневого шару.

УДК 621.921.34

ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ З ТВЕРДИХ СПЛАВІВ

*Доценко О. К., Осадчий О. А.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: osadchiyoa@ukr.net*

Тверді сплави все ширше використовуються в сучасному машинобудуванні завдяки унікальному поєднанню таких властивостей як високі твердість та міцність. З твердих сплавів виготовляють більшість різальних інструментів, відповідальні елементи вузлів тертя в сучасних силових агрегатах (насоси атомних, нафто та газоперекачувальних станціях). Вихід з ладу таких виробів може призвести до аварії з непередбаченими екологічними наслідками. Тому контролю якості виробів з твердих сплавів відводиться дуже важливе значення в технологічному процесі їх виробництва.

Для виявлення внутрішніх дефектів в твердих сплавах застосовують неруйнівні методи акустичного та електромагнітного контролю. За допомогою акустичних методів контролюють наявність пор, тріщин та інших дефектів, вимірюють модуль пружності та демпфуючі властивості.

В даній роботі проводили дослідження по визначенню демпфуючих характеристик регенованого твердого сплаву марки ВК6, отриманого різними методами переробки. Зразки мали різну структуру та були виготовлені з твердосплавних сумішей різних виробників: 1 – ДНВП «АЛКОН-твердосплав», м. Київ, 2 – ООО «Технокор», м. Харків, 3 – ООО «Карма», м. Светловодськ, 4 – ОАО «КЗТС», м. Кіровград, Росія.

Для вивчення демпфуючих властивостей твердих сплавів була розроблена установка, на базі вимірювальної стійки приладу “Звук-107” [1, 2].

Проведені дослідження показали, що демпфуючі характеристики твердого сплаву WC-6%Co різних виробників мають відмінності, що обумовлені їх морфологічною структурою. Зразок, виготовлений в ДНВП «АЛКОН-твердосплав», має більш високі демпфуючі характеристики порівняно з іншими досліджуваними зразками, що надає йому перевагу при застосовуванні в умовах високих динамічних циклічних навантажень.

Ключові слова: резонансний метод, демпфуючі властивості, логарифмічний декремент затухання коливань, тверді сплави.

Література

- [1] О. А. Осадчий, В. В. Гончар, “Автоматизована система дослідження демпфуючих властивостей матеріалів”, *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія приладобудування, Вип. 50, с.115-121, 2015.
- [2] Л. Н. Девин, А. А. Осадчий, О. О. Зацный, О. И. Удовиченко, “Автоматизация контроля демпфирующих свойств материалов” на *13-й Междунар. научно-практ. конф. Качество, стандартизация, контроль: теория и практика*, Ялта. Киев, 2013, с.47-49.

УДК 620.179.16

АНАЛІЗ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ В ПРОЦЕСАХ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Заєць С. С.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: zss_vp@bigmir.net

Під час моніторингу процесів механічної обробки метод акустичної емісії має ряд значних переваг у порівнянні з іншими. Основною серед них є те, що акустична емісія має широкий спектр коливань, набагато ширший ніж у відповідних коливань спричинених вібраціями обладнання та шумами навколишнього середовища. При цьому вона не впливає на операції різання. З іншого боку, акустична емісія безпосередньо пов'язана зі станом інструменту, оскільки коливання генеруються за рахунок пластичної деформації, стирання, руйнування та поширення тріщини.

Науковці [1] встановили, що процеси деформації та руйнування є основним джерелом акустичної емісії у механічній обробці металів. Вони виділяють три зони, де може виникати акустична емісія:

Зона первинної деформації: ріжучий край інструменту, поступово

наближаючись до матеріалу та тиснучи на нього, формує зріз фронтальної зони. Стружка здійснюється над лицьовою стороною інструменту і він частково деформується.

Зона вторинної деформації: виникає у проміжку між стружкою та ріжучим краєм у момент стирання та часткової деформації інструменту.

Зона третинної деформації: виникає у місці тертя нової поверхні, вивільненої з-під стружки, та ріжучого краю інструмента.

Коли стружка відділяється та падає, незалежно від того постійно чи періодично, вона пошкоджує металеву частину інструменту. Відповідно, це має бути вказане як додаткове джерело акустичної емісії.

Параметр енергії в зв'язці з параметрами АЕ є показником зносу інструменту. Коли ми реєструємо пікові сигнали, відбувається зміна в поведінці інших параметрів, що приводить до відхилення роботи системи. Інформативні параметри АЕ можуть встановлювати залежність з енерговитратами обладнання, що дає досить точні результати. Недоліком можна вважати, те що всі ці параметри та їх поєднання є чутливим до умов експлуатації, та потребує ретельного догляду за обладнанням.

Література

- [1] C. R. Heiple, S. H. Carpenter, D. L. Armentrout and A. Mc Manigle, "Origin of Acoustic Emission produced during single point machining", *Materials Evaluation*, 52, pp. 590-596, 1994.

УДК 620.111.1

МЕХАНІЗМ УТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ЗАДИРОК НА ФРЕЗЕРОВАНИХ ГРАНЯХ ПАКУВАННЯ З ПІНОПОЛІСТИРОЛУ ЕКСТРУДОВАНОГО

*Каглинський О. Є., Лахтадир С. Л., Несін В. В.
ІСТЕ СБУ, Київ, Україна
E-mail: witnes@ukr.net*

Пінополістирол екструдований – будівельний матеріал, застосовується для утеплення. Виявився зручним та ефективним елементом пакування [1]. Піддається механічній обробці. Ізотропні механічні властивості внутрішньої структури пінополістиролу (рис. 1.) змінені на границях переходу. Зміна пов'язана з компенсацією внутрішніх зв'язків матеріалу силою поверхневого натягу.

Результатом порушення рівноважного стану (рис. 2) пінополістиролу екструдованого внаслідок механічної обробки є утворення поверхневих задирок (рис. 3). По плоским обробленим поверхням задирки проявляються підвищеною шорсткістю, прийнятною для надійної фіксації виробів у пакуванні. На гранях задирки виявляються довгими (до 2 мм), плівко - подібними волокнами направленими вздовж умовної площини, що проходить через грань під кутом близьким до бісектриси твірного кута (рис. 3). Задирки на

гранях надзвичайно рухливі, мають 5 відносно вільних напрямків. Жорстко обмежені переміщення задирок лише вздовж грані (рис. 4).

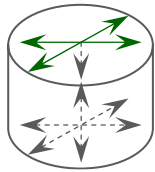


Рис. 1.

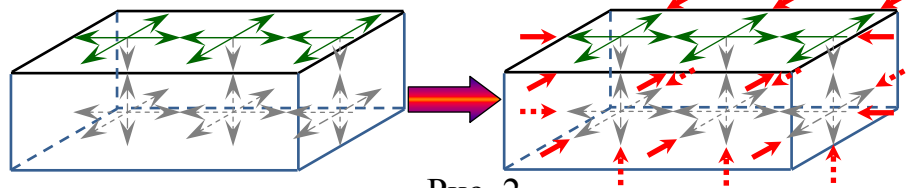


Рис. 2.

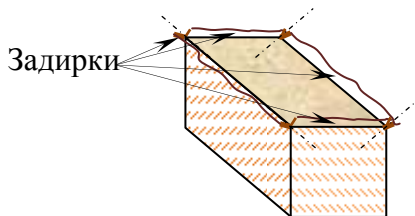


Рис. 3. Розташування задирок на фрезерованих гранях

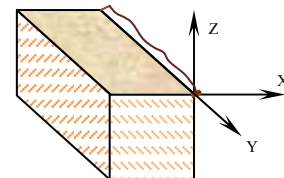


Рис. 4. Напрямки ступенів свободи задирок

Матеріал задирок під навантаженням вздовж грані позбавляється запасу пружності та пластичності й руйнується. Ця властивість використана в технології слюсарної обробки після фрезерування для видалення задирок.

Ключові слова: поверхневі задирки, контроль.

Література

- [1] А. Г. Юшков, С. Л. Лахтадир, В. В. Несін, “Особливості використання матеріалу STURODUR в якості транспортного та експлуатаційного пакування багатоеlementних малогабаритних виробів: здатність до обробки, дефекти, контроль якості”, на *наук.-техн. конф. Нові матеріали і технології в машинобудуванні*, Київ, 2016, с. 159.

УДК 621.3.049

ОСОБЛИВОСТІ ГРУПОВОГО ПОВЕРХНЕВОГО МОНТАЖУ ДВОБІЧНИХ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

Козюба М. М., Павленко В. П., Іваненко Р. О., Часник Д. В.

ІСТЕ СБУ, м. Київ, Україна

E-mail: irarusik146@gmail.com

Підвищена щільність розміщення поверхнево-монтуюємих елементів з обох боків друкованої плати, в сучасних електронних виробках, встановлює додаткові вимоги до технологічних процесів їх монтажу. З одної сторони, готові вироби повинні мати високу якість та довговічність, а з другої – групові методи монтажу мають певні обмеження технологічних процесів: адже оплавлення елементів з одного боку плати супроводжується окисленням контактів на її зворотній стороні і, тим самим, погіршенням якості паяних з'єднань [1]. Вирішення цієї проблеми за допомогою одночасного оплавлення обох боків плати груповим методом. Використання цього методу обмежується розмірами та вагою елементів, які монтуються зі зворотного боку плати.

Для уникнення цього обмеження, була проведена робота по відпрацюванню режимів підсушування зворотного боку плати з "важкими" елементами (електролітичні конденсатори типорозмірів "В" та вище, активні елементи в корпусах "SO-14, "SSOP", "VSO", "QFP", "PLCC" і інші). Затвердіння пасти відбувається в наслідок "склеювання" порошку припою "важких" компонентів її органічним зв'язуючим (зокрема – каніфоллю).

Відпрацювання підсушування та оплавлення проводилося на двобічних друкованих платах розміром 60 x 100 мм², товщиною 1 мм.

Запропоновано температурний профіль підсушування зворотного боку плат

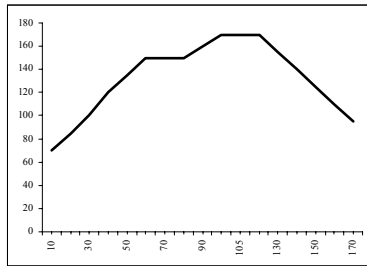


Рис. 1. Температурний профіль підсушування плат.

з встановленими на пасту компонентами (рис.1). Проведення процесу підсушування не потребує спеціального технологічного обладнання та дефіцитних матеріалів. Це дозволяє проводити монтаж широкої

номенклатури малих партій виробів двобічним груповим поверхневим монтажем електронних компонентів на плати з оплавленням обох сторін плати одночасно і забезпечити їх високу якість та надійність.

Ключові слова: технологія поверхневого монтажу, поверхнево-монтовані компоненти, двосторонні друковані плати, паяльні пасти, якість та надійність паяних з'єднань.

Література

- [1] А. Грачев, А. Мельник, Л. Панов, "Поверхностный монтаж при конструировании и производстве электронной аппаратуры". Черкасы: McLaut Издатель Чабаненко Ю. А., 2004, с. 339-340.
- [2] А. Медведев, *Сборка и монтаж электронных устройств*. Москва: Техносфера, 2007.

УДК 621.81

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ МІЦНОСТІ В КРИВОШИПНО-ПЛАНЕТАРНИХ РЕДУКТОРАХ

Литвиненко Д. М., Стельмах Н. В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: eshtray1996@gmail.com, n.stelmakh@kpi.ua

Найбільшого поширення планетарні передачі отримали у відповідальних механічних приводах, в авіа- і суднобудуванні, в робототехніці і мехатронних системах, де вони практично не мають альтернативи [1]. Кривошипно-планетарні редуктори не отримали широкого розповсюдження через ряд чинників таких як високе радіальне навантаження на підшипники валу, відсутність регламентованої методики кінематичного розрахунку і розрахунку

на міцність є необхідність їх застосування. Саме тому гостро постає питання про розробку методології проектування такого типу редукторів, а саме розрахунку на контактну міцність в місцях контакту паралелограмного механізму і сателітів кривошипно-планетарного редуктора [2].

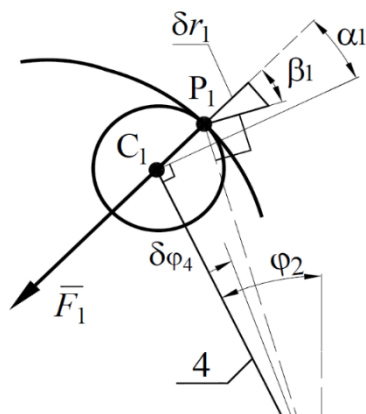


Рис.1. Визначення контактної сили F_n

В результаті математичних перетворень отримуємо вираз для визначення n -ої контактної сили:

$$F_n = \frac{T \cdot OP_n \cdot \cos(\beta_n)}{K \cdot N \cdot L \sum_{j=1} OP_j \cdot \cos(\beta_j) \cdot \cos(\alpha_j)}$$

Слід зазначити, що сила F_n , як і змінні, що визначають її OP_n , β_n і α_n , залежить від положення кривошипного вала 1. Максимальне значення контактної сили F_n з прийнятною точністю (похибка не перевищує 2%) може бути обчислено за формулою:

$$\max(F_n) = X \frac{4F_0}{KN}, \text{ де } X = (0.8 + 0.05N)^{2-K},$$

У підсумку маємо, що при перевірці міцності сателітів/пальців з використанням класичної формули Герца в якості розрахункового значення сили притискання необхідно приймати її максимальне значення.

Ключові слова: планетарні передачі, розрахунок на контактну міцність.

Література

- [1] S. Macovei, I. Doroftei, “An overview on internal geared mechanisms with small difference between teeth number”, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, Vol. 95. – pp. 012053, 2015. DOI: 10.1088/1757-899X/95/1/012053
- [2] X. N. Feng, “Research on stress characteristics of planetary gear drive with small tooth number difference”, in *3rd International Conf. on Mechanical Engineering and Intelligent Systems*, 2015, pp. 433-438. DOI:10.2991/icmeis-15.2015.80.

УДК 621.822.681.2:369.64

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ФІНІШНОГО ОБРОБЛЕННЯ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ В УМОВАХ ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Марчук В. І., Марчук І. В.

Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

E-mail: marchukv@bigmir.net, marchelka@i.ua

Процес безцентрового шліфування зовнішньої циліндричної поверхні, яка є базовою для встановлення підшипника в опорі роторної системи проходить за схемою, що характеризується обертальним рухом шліфувального круга $V_{кр \text{ шліф}}$, який є рухом різання, обертальним рухом ведучого круга $V_{кр \text{ вед}}$ в тому ж самому напрямку. Заготовки кілець подаються в зону шліфування за

допомогою ведучого круга, вісь обертання якого знаходиться під деяким кутом до вісі обертання шліфувального круга. Для підтримування заготовок в зоні шліфування використовується ніж опорний. Положення осей обертання шліфувального та ведучого кругів, частота обертання кругів та заготовки, координати розміщення ножа опорного впливають на розмірні та якісні показники процесу шліфування, а визначення значень вказаних параметрів відноситься до завдань проектування інструментального налагодження верстата на шліфувальну операцію.

Основним завданням технологічної підготовки верстата до шліфування конкретного типорозміру заготовки в умовах переналагоджувального виробництва є швидке та зручне визначення параметрів налагодження та реалізація цих параметрів безпосередньо на верстаті. Від швидкості проектування та виконання інструментального переналагодження верстата залежать технологічна продуктивність операції та якісні показники процесу шліфування.

Показник теплонапруженості процесу шліфування зовнішніх поверхонь зовнішніх кілець спричиняють вплив, значна кількість технологічних чинників серед яких характеристика та параметри руху різального інструменту, параметри режимів різання, параметри інструментального налагодження, схема шліфування, спосіб охолодження, та ряд фізико-хімічних чинників.

З іншого боку аналіз виробничих дефектів на безцентрово-шліфувальних операціях показав, що до 30% всіх дефектів кілець після шліфування відноситься до температурних. Тому, встановлення раціональних температурних параметрів та їх взаємозв'язків з показниками процесу безцентрового шліфування заготовок кілець в умовах переналагоджувального виробництва є актуальною науково-технічною проблемою та вимагає ретельного аналізу причин походження та видів температурних дефектів та пошуку методів і засобів їх усунення.

Ключові слова: шліфування, поверхня, підшипник, заготовка, кільце.

УДК 621.7: 681.94: 62-229.31

РОЗШИРЕННЯ НАПРЯМКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАВІЮВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

*Маслов І. Є., Поліщук І. К., Несін В. В.
ІСТЕ СБУ, Київ, Україна
E-mail: witnes@ukr.net*

Гравіювання сталевих шліфованих деталей з високою твердістю (HRC 30...60) та малими розмірами (Рис. 1, поз. 5.) потребує використання високовартісних різців зі значними характеристиками стійкості різання та

протидії руйнуванню. Альтернативою є застосування лазерного маркування або електрографування.

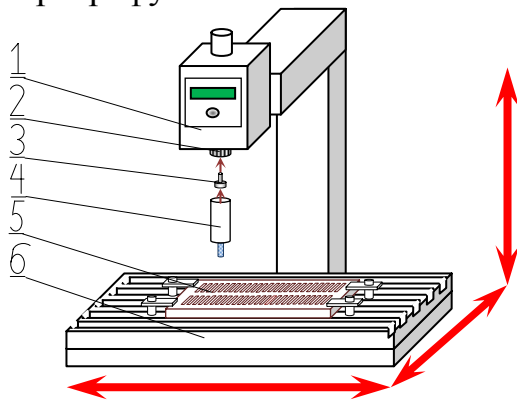


Рис. 1. Схема застосування спеціального оснащення, де:

1- гравіювально-фрезерний верстат;
2- цанга фіксації інструменту; 3- перехідне оснащення; 4- тримач з електродом; 5- оснащення з деталями; 6- рухомий стіл

Для розширення варіантів обробки деталей гравіювально-фрезерним верстатом з програмним керуванням застосований вольфрамовий електрод, який переміщується при маркуванні замість різця. Рухомий стіл із зафіксованими деталями включається в ланцюг живлення електрографу. Для закріплення тримача вольфрамового електроду в цанзі фіксації інструменту розроблений спеціальний хвостовик, який вкручується замість задньої кришки в корпус тримача. Високошвидкісні обертання на цангу фіксації інструменту при застосуванні електрографа не подаються. Переміщення в горизонтальній площині забезпечує рухомий стіл. Вертикальні рухи застосовуються при переміщенні вольфрамового електроду за програмою керування.

Кількість деталей, які кріпляться в спеціальній оснастці, визначається розмірами та межами переміщення стола. А також максимально допустимою похибкою елементарних переміщень, які забезпечуються кроковими двигунами рухомого стола.

Розроблені спеціальний хвостовик для електрографа та оснащення для закріплення деталей дозволяють розширити варіанти маркувальних операцій, виконуваних на гравіювально-фрезерних верстатах з керуванням переміщень.

Ключові слова: механічна обробка, маркування, електрографування, технологічне оснащення.

УДК 621.941

ЗАСТОСУВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ПЛАСТИН НА ОСНОВІ cBN ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ОБРОБКИ ЗАГАРТОВАНИХ СТАЛЕЙ

¹⁾Осадчий О. А., ¹⁾Рижук Я. О., ²⁾Девін Л. М., ²⁾Петруша І. А.

¹⁾КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна;

²⁾Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля, Київ, Україна

E-mail: osadchiyoa@ukr.net

Сучасні економічні умови роботи машинобудівних підприємств, вимагають безперервного підвищення ефективності механічної обробки, яка визначається, перш за все, продуктивністю і собівартістю, які в свою чергу залежать від

стійкості ріжучого інструменту і швидкості різання. В даний час, найбільш ефективні для обробки важкооброблюваних загартованих сталей твердістю 50...65 HRC інструменти, оснащені полікристалічними надтвердими матеріалами (ПСТМ) на основі кубічного нітриду бору (КНБ). Чистова токарна обробка деталей із загартованих сталей інструментом з КНБ дозволяє в деяких випадках відмовитися від шліфування - традиційного способу отримання поверхонь з шорсткістю - Ra <1,25 мкм. До прогресивних матеріалами на основі КНБ, які застосовуються при високошвидкісній обробці загартованих сталей, відносяться композити з керамічною матрицею групи VL [1]. Мета цієї роботи – дослідити особливості зношування різців на основі cBN групи VL різного фазового складу і різних технологій спікання.

Досліджували три партії пластин з різним фазовим складом: cBN-TaN-Si₃N₄, cBN-TiCN-Si₃N₄-SiC, cBN-TaN-Si₃N₄-SiC. Для контролю силових і вібраційних параметрів при точінні використовували автоматизовану систему дослідження процесу різання, розроблену в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України [2].

Досліджено закономірності зношування ріжучих пластин з композитів на основі cBN різного фазового складу і технологій спікання з керамічною матрицею групи VL при чистовій обробці загартованих сталей. Найбільшу стійкість і стабільність роботи показали ріжучі пластини з фазовим складом cBN-TiCN-Si₃N₄-SiC.

Ключові слова: кубічний нітрид бору, загартована сталь, знос, чистова обробка, надтверді матеріали.

Література

- [1] Л. Н. Девин, И. А. Петруша, А. А. Осадчий, Ю. А. Мельничук, В. В. Гончар, “Особенности изнашивания резцов на основе cBN с матрицей группы VL при чистовой обработке закаленных сталей”, *Сб. научн. трудов «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения»*, Вып.18, с. 452-458, 2015.
- [2] Л. М. Девин, О. А. Осадчий, В. М. Козін-Піддубний, “Вплив демпфуючих властивостей різця на ймовірність руйнування пластин з КНБ”, *Сб. научн. трудов «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения»*, Вып.19, с. 409-415, 2016.

УДК 621.314

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МІЦНОСТІ КРИХКИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ДИНАМІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

*Писаренко О. Л., Осадчий О. А.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: osadchiyoa@ukr.net*

Удосконалення технологій спікання твердих сплавів призвело до можливості виготовлення з них виробів різноманітної форми і розмірів. Це

дозволило розширити сфери застосування твердого сплаву від різальних пластин до втулок у турбінах на атомних станціях. При цьому швидкість динамічних навантажень зросла до 10 м/с. Дуже важливо знати яку межу міцності має виріб з твердого сплаву саме при тих швидкостях при яких передбачена експлуатація. Установка «Копер» мала швидкість навантаження до 3 м/с [1]. Тому було прийнято рішення збільшити швидкість навантаження на вертикальному копрі до 7-10 м/с. Це дасть змогу випробувати на міцність вироби з твердих сплавів в умовах максимально наближених до умов експлуатації. Для цього було прийняте рішення дооснастити копер електромагнітним прискорювачем, або "Гаусс Ганом"(від англ. Gauss gun).

Для підвищення КПД та швидкості польоту бойка на установці для контролю міцності твердих сплавів при динамічному навантаженні було розроблено спеціальну схему керування електромагнітним прискорювачем [2].

Електромагнітний прискорювач можна розділити на такі частини: датчик запуску, котушка індуктивності, блок керування і блок конденсаторів.

Датчиком включення електромагніту є оптична пара, відбиваючим елементом – боек. Котушка індуктивності встановлювалась безпосередньо на установці. Перед котушкою встановлена оптична пара запуску схеми керування, а після котушки встановлена оптична пара для запуску АЦП.

Розроблена конструкція та виготовлений електромагнітний прискорювач, дозволяють проводити механічні випробування на міцність крихких матеріалів зі швидкістю до 10 м/с. Установка на базі мірних стрижнів Гопкінсона може бути також використана для вивчення енергетичних характеристик руйнування твердих сплавів та моделювання процесу врізання інструмента в заготовку.

Ключові слова: динамічні випробування, надтверді матеріали, електромагнітний прискорювач мас, міцність.

Література

- [1] Л. Н. Девин, В. С. Панов, А. Г. Сулима, “Модернизация установки для динамических испытаний хрупких материалов”, *Сб. научн. трудов «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления»*, Вып. 7, с. 280-283, 2004.
- [2] L. M. Devin, V. P. Bondarenko, A. A. Osadchyi, T. V. Nimchenko, “Application of acoustic methods for the monitoring of products made of hard alloys”, *Materials Science*, 45 (3), pp. 392-398.

УДК 621:179.14(088.8)

МОДЕЛЬ ФАНТОМА БРУХТУ ТА ПОХИБКИ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

*Скицюк В. І., Тимчик Г. С.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: max_sk@bigmir.net*

Дуже добре відомо, що будь-яка деталь має кінцеву точність виготовлення. У загальному вигляді пояснення цих явищ знаходять у неточності роботи

обладнання, похибок програмування, зносі інструменту тощо. Але, якщо ми згрупуємо всі явища, які супроводжують цей процес, то є можливість надати їх математичний опис. Наразі ми маємо розділити всі процеси на дві групи. Це, по-перше, процеси, пов'язані з технологіями до закінчення виготовлення деталі, та процеси, які впливають на деталь після закінчення виготовлення під час експлуатації. Для дослідження цього явища використаємо закони технологічного фантому та технології ТОНТОР. Розглянемо найпростіший випадок, коли нам необхідно виконати певний розмір, який має опис через свій фантом у комплексній формі за наступного вигляду

$$\Phi = \Phi_R + \Phi_u, \quad (1)$$

де Φ_R - реальна частина, а Φ_u - уявна. Функція (1) зберігається у пам'яті CNC і є основою до дій різального інструмента. Водночас, функція інструмента запишеться у вигляді

$$I = I_R + I_u, \quad (2)$$

де I_R - реальна частина, а I_u - уявна. Далі ми маємо заготовку, яка має опис як

$$M = M_R + M_u, \quad (3)$$

де M_R - реальна частина, а M_u - уявна. Функція деталі D , що залежить від фантому Φ , запишеться як

$$D = D_R + D_u, \quad (4)$$

де D_R - реальна частина, а D_u - уявна.

При вирішенні поставленої нами задачі реальні та уявні функції повинні задовольняти рівнянню

$$M - D = \Phi I. \quad (5)$$

Якщо ми зробимо підстановку (1), (2), (3), (4) у (5), то отримуємо після перетворень

$$(M_R - D_R) - (M_u - D_u) = \Phi_R I_R + \Phi_u I_u + \Phi_u I_R + \Phi_R I_u. \quad (6)$$

Властивості технологічного фантому та комплексних чисел обумовлюють модель фантома брухту як низку наступних рівностей

$$\begin{cases} M_R - D_R = \Phi_R I_R \\ M_u - D_u = \Phi_u I_u \end{cases}. \quad (7)$$

Після підстановки (7) у (6) отримуємо

$$\Phi_u I_R + \Phi_R I_u = 0. \quad (8)$$

Член $\Phi_u I_R$ є фантомом технологічної похибки, а $\Phi_R I_u$ є фантомом брухту, який руйнує деталь під час виготовлення. Величини у (8) є уявні комплексні числа, які показують, що, якби ми не намагалися точно виготовити нашу деталь, все одно буде існувати похибка розходження між уявним фантомом і реальною деталлю.

Ключові слова: модель, фантом брухту, фантом похибки.

УДК 681.72

ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ

Філіппова М. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: m.filippova@kpi.ua

Вдосконалення процесів керування виробництвом є першочерговим завданням сучасного виробництва в умовах безперервної конкурентної боротьби, зміни виробничо-технічних та організаційно-економічних систем, а також їх впливу як на керування виробництвом, так й на виробничі процеси. Розв'язання даної задачі потребує комплексного підходу, з використанням інформаційних моделей процесів управління виробничими системами.

Запропонована узагальнена виробнича система (рис.1) містить блок управління виробничою системою (1), в який входить блок оператора (3), вхід якого підключений до виходу блоку інформації про виробничі завдання (4), а вихід до входу блоку управління технологічною підготовкою виробництва (2), який має зв'язок з блоком "узагальнена виробнича система" (5), і містить послідовно з'єднані через зв'язок вхід - вихід блок "узагальнена виробнича система" (5), блок контролю виробничої системи (8), блок контролю готових виробів (7) і блок готових виробів (6).

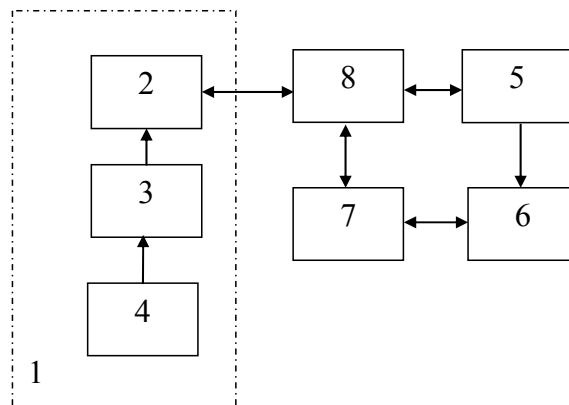


Рис. 1. Узагальнена виробнича система

В узагальненій системі виробництва, все управління здійснюється на основі діалогу оператора і блоку управління технологічною підготовкою виробництва, де формується або вибирається оптимальний технологічний процес, який має зв'язок з виробничою системою і блоком її контролю. При цьому вибір необхідної команди на керування як технологічною підготовкою виробництва так й виробництва в цілому здійснюється на основі інформаційних моделей виробів та технологічних процесів, моніторингу технологічних процесів та аналізу результатів роботи підприємства.

Використання запропонованої системи дозволяє зменшити час на вибір оптимального технологічного процесу, скоротити строки його підготовки для виробництва нових виробів, підвищити ефективність використання виробничих

систем виготовлення.

Ключові слова: виробнича система, виріб, технологічний процес.

УДК 621.391

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Шевченко В. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: v.v.shevchenko@kpi.ua

Найбільш слабкою ланкою у технологічній оброблюючій системі є ріжучий інструмент, який працює в складних умовах температурно-силових режимів навантажень й апріорної невизначеності зміни зовнішніх та внутрішніх впливів [1]. При обробці деталей приладів ріжучий інструмент піддається високому зношуванню, що може призвести до зниження точності та продуктивності обробки. Таким чином, контроль якості різального інструменту при обробці деталей приладів в умовах автоматизованого виробництва є дуже актуальним.

Процес обробки деталей приладів має дві фази: перехідну при врізанні та стаціонарну при стійкому різанні. При перехідному процесі при врізанні відбувається різке зростання сигналів акустичної емісії та електромагнітного випромінювання, при цьому збільшується площа контакту між інструментом та деталлю [2].

Стабілізація сигналів характеризує постійним підтриманням силових та теплових процесів в зоні різання. Таким чином, на основі порівняння максимальних сигналів віброакустики та електромагнітного випромінювання при врізанні та стійкому різанні можна визначити стійкість різального інструменту.

Система контролю складається із пристрою для вимірювання електромагнітного випромінювання із зони різання, пристрою для вимірювання віброакустичного сигналу, підсилювачів, аналого-цифрового перетворювача, порогово пристрою, пристрою визначення максимальних значень сигналів, пускового пристрою та лічильника.

Використання системи контролю якості різального інструмента при обробці деталей приладів на верстатах з ЧПК дозволить підвищити надійність та точність визначення стійкості різального інструмента, що дасть можливість підвищити точність та продуктивність обробки деталей приладів в умовах «безлюдної технології».

Ключові слова: акустична емісія, електромагнітне випромінювання, якість різального інструменту, «безлюдна технологія».

Література

- [1] В. В. Шевченко, І. В. Капінос, Д. О. Грабовський, “Система контролю процесу обробки деталей в умовах «безлюдної технології»”, на *Прогресивні технології та прилади*, Луцьк, 2011, с. 223-231.

- [2] С. Н. Шарабура, В. В. Шевченко, “Система адаптивного управління процесом обробки деталей на станках с ЧПУ”, *Современные научные исследования и инновации*. 2014. [Электронный ресурс]. Доступно: URL; <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/34729>

УДК 621.

ВИКОРИСТАННЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ДЕЛЬТА-РОБОТІВ В ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ СТАБІЛІЗАЦІЇ

*Новаковський О. Г., Антонюк В. С., Паткевич О. І.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
E-mail: vp@kpi.ua*

Для багатовісьового моделювання руху систем стабілізації зображення сучасної фото і відеотехніки використовують мініатюрні дельта-платформи з 6-ма ступенями свободи (гексапод), який імітує тремтіння камери для тестування систем стабілізації зображення відповідно до стандарту SIPA [1].

Для отримання високоякісних результатів випробувань симулятори руху повинні забезпечувати рух з високою повторюваністю з тією ж динамікою, що й оригінальний рух, який вони імітують. Це включає моделювання високоточних траєкторій з динамікою за кількома координатними осями [2].

З точки зору управління рухом, гексапод є еквівалентом декартового стека XYZ зі ступенем обертання і двовісний гоніометром, встановленим зверху. Це дозволяє розміщувати центруючу точку обертання в будь-якому місці робочого простору, наприклад, в оптичному фокусі, оптоволоконному чи хвилеводному торці, або в будь-якому іншому зручному місці, що в свою чергу, дозволяє мінімізувати або навіть виключити геометричні помилки і наведення під час кутових актуарій.

Існує два основних способи компенсації небажаних рухів - електронні алгоритми (переміщення зображень за допомогою програмного забезпечення) і активні оптико-механічні системи компенсації руху.

Одним із способів поліпшення цих алгоритмів і механізмів є автоматичне моделювання і тестування руху. Оскільки паразитний рух не обмежується однією або двома ступенями свободи, то дельта-платформи з шістьма ступенями свободи забезпечують найбільш повну основу для тестування. На додаток до тестування стабілізації зображення, гексапод також може використовуватися для моделювання турбулентності і налаштування вбудованих алгоритмів стабілізації дронів.

П'єзо-гексаподи забезпечують динаміку в кілогерцовому діапазоні з коротким ходом руху. Такі приводи застосовуються в динамічній корекції похибок в поєднанні з системами далекого переміщення. Наприклад, п'єзо-гексапод може коригувати ексцентриситет, биття і коливання систем обертання в нанометровому і нанорадіановому діапазоні.

Ключові слова: дельта-робот, п'єзо-гексапод, моделювання, система стабілізації.

Література

- [1] А. Г. Новаковский, В. С. Антонюк, С. Ф. Петренко, “Применения пьезоэлектрических актуаторов в микроманипуляторах”, *Вісник Черкаського державного технологічного університету: Серія технічні науки*. Вип. №4, с. 5-10, 2017.
- [2] А. Г. Новаковский, В. С. Антонюк, “Анализ современных технологических подходов к аддитивному производству”, *Республиканский межотраслевой производственно практический журнал*. № 3(72), с. 11 – 12, 2016.

УДК 621.391

СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ

Шевченко В. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: v.v.shevchenko@kpi.ua

Розвиток приладобудування нерозривно пов'язаний з підвищенням ефективності обробки деталей приладів на верстатах з ЧПК у складі гнучких виробничих систем в умовах автоматизованого виробництва. Це може бути досягнуто шляхом підвищення точності та якості обробки за рахунок використання нових методів оптимізації режимів різання в реальному масштабі часу [1].

Система оптимізації складається з пристрою для вимірювання імпульсів електрорушійної сили різання, які виконані на основі індуктивного датчика, пристрою для вимірювання імпульсів потоку електромагнітного випромінювання за допомогою сегнетоелектричного приймача, а також обчислювального пристрою, датчика обертів, блоку керування швидкості обробки [2].

В процесі обробки деталей приладів вимірюють число імпульсів високочастотної складової електрорушійної сили, та імпульсів електромагнітного випромінювання, за допомогою обчислювального пристрою розраховують величину оптимальної швидкості різання, що відповідає мінімальним значенням величин, що вимірюють за один оберт деталі, а потім інформація про величину оптимальної швидкості різання потрапляє на блок керування швидкості різання.

Використання системи оптимізації швидкості різання дозволить підвищити якість поверхні оброблюваної деталі та точність обробки, що дасть можливість знизити кількість бракованих деталей, підвищити ритмічність та надійність обробки деталей приладів на верстатах з ЧПК в умовах автоматизованого виробництва.

Ключові слова: швидкість обробки, електрорушійна сила, електромагнітне випромінювання, якість поверхні деталі, точність обробки.

Література

- [1] В. А. Остафьев, Г. С. Тымчик, В. В. Шевченко, *Механизация и автоматизация управления*. Киев, Украина, 1983.
- [2] В. В. Шевченко, І. В. Капінос, Д. О. Грабовський, “Система контролю процесу обробки деталей в умовах «безлюдної технології»”, на “Прогресивні технології та прилади”, Луцьк, 2011, с. 223-231.