

СЕКЦІЯ 3
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
ПРИЛАДІВ

УДК 621.373.826.038

ДОЦІЛЬНІСТЬ ПОДАЛЬШОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ
ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МІКРООБРОБКИ
ПЛАСТИН З ОПТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Голуб М.В., Рудь М.П., Коваленко Ю.І., Маценка С.М.
Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна
E-mail: g.nikolay@ukr.net

В сучасному приладобудуванні технологій фінішної абразивної поверхневої обробки оптичних матеріалів суттєво обмежують подальшу мініатюризацією оптичних елементів. Подолання цієї проблеми можливе з розробкою інноваційних технологій мікро- та нанообробки матеріалів, впровадження екологічно чистого інструментарію і технологічних середовищ, які б забезпечили бездефектність, хімічну однорідність поверхням і поверхневим шарам матеріалів для їх максимально ефективної взаємодії зі світловим випромінюванням. Розробка спеціальних технологій забезпечить подальший прогрес у виготовленні мікрооптоелектромеханічних та мікроелектромеханічних приладів і систем (МОЕМС, МЕМС) на базі напівпровідникових лазерних випромінювачів, оптичного волокна, виробів мікрооптики, мікроелектроніки тощо.

Нами проводяться роботи з вдосконалення та розвитку технології електронно-променевої мікрообробки з метою отримання атомарногладких поверхонь, пластин мікрометричних товщих з оптичного і технічного скла та обробки торців оптичних волокон для впровадження у технології виготовлення МОЕМС, МЕМС.

Об'єкти та матеріали обробки. Плоскопаралельні пластини з оптичного скла К8, К108, К208, БК10, ТК21, які мають форму дисків (діаметром 20,0 мм і товщиною 2; 4; 6; 8 мм) та форму прямокутників з лінійними розмірами 70×14×6 мм з відполірованими поверхнями ($R_z = 0,025$ мкм), пластини з технічного скла (фотопластини) прямокутної форми.

Інструмент обробки. Електронно-променева гармата Пірса, яка розташована у вакуумній установці УВН74-ПЗ і генерує стрічковий електронний потік питомої потужності $10^1 \text{ Вт/см}^2 \leq P_{\text{пот}} \leq 10^5 \text{ Вт/см}^2$, який може переміщуватися по поверхні виробу зі швидкістю $v_{\text{ном}} = 0 \dots 20 \text{ см/с}$, b' – ширина стрічки 0,5...3 мм.

Ключові слова: електронно-променева обробка, мікрообробка, оптичне скло, мікрооптика.

УДК 621.9.62

КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Шевченко В.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна*

Комплексна автоматизація приладобудівного виробництва, його перехід на безлюдні технології потребує використання сучасного обладнання: верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), багатоцільових обробляючих центрів. Таке технологічне обладнання дозволяє значно підвищити продуктивність і забезпечити високу якість і точність виготовлення деталей. Створення на базі цього обладнання автоматизованих виробництв ставить задачу активного технологічного контролю та керування процесом обробки, так як без таких систем контролю якості процесу обладнання не буде ефективним, через відсутність інформації про технічний стан процесу механічної обробки.

Розроблена система контролю та керування процесом обробки заснована на вимірюванні сигналів віброакустичної емісії, потужності різання та пружних переміщень технологічної обробляючої системи, виділення змінних та постійних складових цих сигналів, при цьому по постійним сигналам формують керуючі команди для зміни режимів обробки, а змінні перетворюють в взаємно кореляційні функції, на основі яких формують команди для керування приводами технологічного обладнання. Це дозволить, з високим ступенем швидкодії, на основі вимірювання декількох параметрів, з найбільшою точністю, контролювати процес обробки деталей приладів, оцінювати відхилення від нормального функціонування процесу, а також за визначеними відхиленнями формувати команди для керування режимами обробки, наприклад, стабілізувати величину швидкості зносу різального інструменту, шляхом керування режимами обробки.

Впровадження системи контролю та керування процесом обробки деталей приладів на верстатах з ЧПК дозволить з високою точністю, швидкодією та надійністю, на основі вимірювання декількох параметрів, отримати точну інформацію про величину швидкості зносу різального інструменту, що дасть можливість в повній мірі використовувати ресурс різального інструменту, а також підвищити продуктивність обробки, якість поверхні деталі та знизити собівартість виготовлення деталей приладів.

Ключові слова: контролі, керування, точність і якість обробки, продуктивність, собівартість.

УДК 621.373.826.038

ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВА ПРЕЦИЗІЙНА ОБРОБКА ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ОПТИЧНОГО СКЛА ДЛЯ МОЕМС ТА МЕМС

*Голуб М.В., Білокінь С.О., Лега О. В., Бабенко С.П., Рева В.І.
Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна
E-mail: g.nikolay@ukr.net*

Для вдосконалення сучасних мікрооптоелектромеханічних та мікроелектромеханічних приладів і систем (МОЕМС, МЕМС) головними, на теперішній час, завданнями є розробка та впровадження спеціальних технологій фінішної мікрообробки оптичних матеріалів, які базуються на нових технологічних середовищах і інструментарії. При цьому, такі технології не повинні володіти руйнівним впливом механічної сили абразиву на поверхню оптичного матеріалу, який є крихким за своєю природою, а володіти станом технологічного середовища та досконалістю інструменту обробки такого рівня, при яких поверхневий шар (ПШ) матеріалу або відповість необмеженою зміною своїх властивостей або відмовиться від обробки, якщо дія інструменту призводить до руйнування ПШ.

Авторами проведені дослідження процесу взаємодії низькоенергетичних електронів ($E < 10$ кеВ) з ПШ оптичного скла, яке виготовлене в умовах оптичного виробництва (скло марки К8, К108, К208). Використано маскування оброблюваних поверхонь скляних пластин металевими матеріалами різних товщин, що надало можливості проводити електронно-променеву обробку окремих ділянок з мінімальними розмірами сторін у 0,5 мкм.

Вперше використано комбіновану технологію механічного нарізання на поверхні скла сіток з мінімальним шагом 0,5 мкм та їх електронно-променеву обробку з метою отримання та відшарування ювенільних поверхонь мікрометричних розмірів та мікрометричних товщин.

Ключові слова: оптичне скло, поверхневий шар, ювенільні поверхні.

УДК 621.941

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПУ

*Заєць С.С.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м.Київ, Україна
E-mail: zss_vp@bigmir.net*

На фрезерних верстатах, найчастіше оброблюються різноманітні корпусні деталі, що мають різні за точністю площини, на їх точність впливає стан процесу обробки і зокрема різального інструменту.

Вирішення даної задачі полягає у поєднанні методу контролю, оцінки та прогнозування стану процесу обробки і різального інструмента. Досягнення стабільної якості механічної обробки різанням на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ) можливо лише при постійному використанні систем моніторингу та аналізу стану різального інструмента, та деталей що оброблюються. Отже, доцільним є створення задачі діагностування стану технологічного процесу обробки металу та побудова методів і систем реалізації цієї задачі з огляду адаптивного керування. Тому актуальною є впровадження нових надійних методів і систем оцінки-діагностики стану технологічного процесу обробки деталей на фрезерних верстатах для підвищення продуктивності обробки деталей.

Для вирішення даного питання на фрезерних верстатах з ЧПУ різної конфігурації пропонується застосовувати пристрої за допомогою яких проводиться моніторинг стану виробу, що оброблюється по даним акустичної емісії. Даний метод отримав широке застосування при контролі стану промислових конструкцій в зв'язку з тим що має ряд переваг, можливість отримувати дані від джерела акустичних сигналів (як правило дефекту, що розвивається) на великому віддаленні від датчика, можливість локації місце положення декількома датчиками, можливість контролювати крупно габаритні конструкції, а також конструкцій що покриті ізолюючим шаром.

К особливостям метода відносять труднощі розшифрування отриманих даних і відсутність єдиної метрології для обладнання різних виробників. Тому інтерпретація отриманих даних при випробуваннях, як правило прив'язана до конкретного обладнання й програмного забезпечення.

Для більшості випадків проведення динних вимірювань застосовують різні за формою і конструкцією системи за допомогою яких і проводиться контроль. Вони мають різне розміщення датчиків залежно від форми обробки, а також за допомогою отриманих даних проводять різні за призначенням роботи по підвищенню якості технологічного процесу, і підвищення продуктивності роботи фрезерних верстатів з ЧПУ.

Ключові слова: акустична емісія, методи підвищення продуктивності, фрезерний верстат з числовим програмним управлінням.

УДК 681.2

ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ У ВИРОБНИЦТВО

Філіппова М.В., Демченко М.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: amd.8@meta.ua, m.filippova@kpi.ua

Якість і надійність промислової продукції визначає престиж країни як

індустріальної держави і створює основу для завоювання стійких позицій на міжнародному ринку.

Існує загальнонаціональна проблема створення системи промислового виробництва виробів, що мають якість світового рівня та затребуваних в промислово розвинених країнах. Ця проблема може бути вирішена, якщо керування якістю здійснювати на всіх етапах життєвого циклу виробів від вихідної сировини до утилізації продукту з активним впливом на процес розробника і виробника продукції, особливо виробів приладобудівної галузі, в яких втілюються останні технічні досягнення, що дозволяють просунути нову продукцію на ринки збуту.

В останні роки для вирішення цих проблем на приладобудівних підприємствах почали створюватися системи менеджменту якості, що відповідають вимогам міжнародного стандарту ISO 9001:2009, в якому регламентовані процеси життєвого циклу продукції. Однак на багатьох підприємствах, які сертифікували системи якості на відповідність вимогам стандарту ISO 9001:2009, не отримано значних результатів у підвищенні якості та конкурентоспроможності продукції. Значною мірою це відбувається через те, що на цих підприємствах допускається необґрунтований відрив процесів керування якістю від процесів конструкторсько-технологічного забезпечення якості та конкурентоспроможності продукції, що досягається шляхом інтеграції процесів менеджменту якості з процесами конструкторської та технологічної підготовки та розробкою моделей і алгоритмів забезпечення якості на всіх стадіях життєвого циклу продукції. Тобто виникає необхідність у вдосконаленні методів оптимального керування процесами виробництва для підвищення якості і надійності виробів.

Існуючі вітчизняні та зарубіжні моделі керування якістю охоплюють тільки частину життєвого циклу продукції і не гарантують відсутність негативних впливів зовнішнього середовища. Недостатньо розроблені системи інтегрованого контролю якості процесами виробництва, через слабо відображені особливості систем керування якістю на всіх етапах життєвого циклу виробу.

У цьому зв'язку дослідження, направлені на вдосконалення методології керування якістю на всіх стадіях життєвого циклу продукції, є необхідними для створення на підприємстві інтегрованої системи контролю якості виробничих процесів на основі застосування технологічних методів і сучасних інформаційних технологій.

Ключові слова: якість, система менеджменту якості, виробництво, життєвий цикл.

УДК 621.373.826.038

**РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОВЕРХНЕВОЇ
ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОЇ МІКРООБРОБКИ ОПТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ
ДО РІВНЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТИН З МІКРОМЕТРИЧНИМИ
ТОВЩИНАМИ**

*Канашиевич Г.В., Голуб М.В., Дмитренко П.П., Шматков В.Ю.
Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна,
E-mail: g.nikolay@ukr.net*

Фінішні технології поверхневої обробки крихких оптичних матеріалів з використанням абразиву, кислотних, лужних та миючих сумішей у якості технологічних середовищ, інструменти, якими доводиться форма і розміри оптичних виробів, не забезпечують бездефектності та хімічної однорідності поверхневого шару (ПШ) матеріалу. Цим можна пояснити неможливість отримання з оптичного скла пластини товщиною від 10 мкм до 150 мкм, в умовах оптичного виробництва, що суттєво обмежує подальшу мініатюризацію елементів, наприклад, для мікрооптоелектромеханічних та мікроелектромеханічних приладів і систем (МОЕМС, МЕМС).

Одним із рішень цієї проблеми є спосіб обробки поверхні скла, який включає попереднє нанесення механічним способом рисок прямокутної або трикутної форми і глибиною не меншою за 20 мкм, якими утворюється на поверхні сітка. Складна пластина нагрівається у вакуумі з залишковим тиском 10^{-4} - 10^{-5} мм.рт.ст. до температури 400-520 °С і її поверхня оброблюється параксіальним стрічковим електронним променем з потужністю $1 \cdot 10^2$ - $1,2 \cdot 10^5$ Вт/см² після чого зразок охолоджується на протязі часу до 40 хвилин. В результаті такої обробки з поверхні пластини відшаровуються ділянки поверхні, що знаходяться між нанесеними способом механічного різання рисками і представляють собою тонкі пластинки товщиною в межах 120 мкм.

Ключові слова: поверхневий шар, вакуум, стрічковий електронний промінь

УДК 681.2:658.511.4

**ОБ’ЄКТНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ**

*Лапіга О.С., Вислоух С.П.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна
E-mail: Lapiga.alex@gmail.com*

Сучасний ринок пропонує значну кількість різноманітних систем автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП). Проте такі системи є вартісними і не завжди задовольняють всім вимогам

проектувальника. Технологічний процес (ТП) механічної обробки деталі є складним для формалізації, тому що для його проектування необхідно враховувати умови виробництва, можливості обладнання, складність деталі тощо. Саме тому розробка нових принципів, методик і алгоритмів для САПР ТП є актуальною та перспективною задачею. ТП механічної обробки деталі можливо представити в об’єктно-орієнтованому вигляді, тобто у вигляді об’єкту, який матиме певні властивості. Основними його властивостями є масив технологічних операцій та керуючих програм (КП) для верстатів з ЧПК для кожної поверхні або модулів поверхонь деталі. Масив операцій є чітко визначеним, а операції розміщується в послідовності обробки окремих поверхонь або їх сукупності. Аналогічно формується масив КП для верстатів з ЧПК. При цьому слід враховувати, що КП є проміжними, тобто написаними на вхідній мові конкретної системи автоматизованого програмування. Кожний елемент масиву технологічних операцій чи КП є об’єктом зі своїм набором властивостей. Операція визначена як об’єкт буде мати такі властивості, як номер та назва операції, обладнання, верстат та масив технологічних переходів, всі елементи якого також є об’єктами. Технологічний перехід, як об’єкт, матиме власні властивості, а саме: номер; контекст переходу, тобто його основний зміст; режими різання; інструмент. Крім того, операція або перехід можуть містити додаткові властивості, що необхідні для побудови ТП. Таким чином відбувається формалізація ТП та створюється певна конкретна структура його елементів, що дозволяє забезпечити взаємопов’язаність даних і легкість обробки інформації. Крім того, об’єктно представлений ТП легко зберігається в базі даних та може поєднуватися з об’єктним представленням геометричної моделі деталі, утворюючи інформаційну модель деталі (ІМД), що відображає всі необхідні для її виготовлення дані.

Інформація, що міститься в ІМД, чітко структурована і дозволяє забезпечувати контроль правильності обробки даних тощо. З ІМД, представленої як об’єкт, також можливо проводити різноманітні дії, зокрема порівнювати її з іншою моделлю, розширювати, проводити певний аналіз чи розрахунок тощо.

Ключові слова: автоматизоване проектування, технологічний процес, керуюча програма, інформаційна модель деталі.

УДК 681.3.01:681.2.002

АНАЛІЗ І ОБРОБКА ДАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вислоух С.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, зокрема, прогрес в методах

збирання, зберігання і обробки даних дозволяє дослідникам отримувати величезні масиви даних, які необхідно аналізувати. Об'єми цих даних настільки великі, що можливостей експертів вже не вистачає.

На сьогодні інтенсивно розвивається напрям, що пов'язаний з інтелектуалізацією методів обробки і аналізу даних. Процес аналізу даних складається з п'яти етапів, які поділяються на ряд стадій..

Постановка задачі, що є визначальним етапом, від якого залежить весь хід аналізу, розпочинається з стадії формулювання мети дослідження, заради якого здійснюється збирання та обробка даних та їх склад. На стадії вибору засобів обробки вибирається програма або система аналізу даних. На стадії формалізації зібрані дані приводяться до вигляду, який є зручним для введення в систему аналізу даних.

Другий етап аналізу полягає в введенні даних в ЕОМ та створенні відповідного архіву. В архіві за допомогою спеціальних програм виконується перевірка введених даних та виправлення помилок. Для всіх даних або їх частини формується завдання для їх обробки. Аналіз даних на якісному рівні, який виконується на наступному етапі, передбачає їх візуалізацію з метою визначення придатності даних для перевірки висунутих гіпотез або досягнення поставленої мети.

Основними задачами якісного аналізу є інформаційних опис даних, класифікація і групування множини об'єктів за близькістю їх ознак, дослідження залежності цільових ознак від інших та розпізнавання образів. В результаті якісного аналізу даних отримують інформацію про клас моделей, якими можна описати досліджуваний об'єкт.

На етапі кількісного опису даних визначаються параметри моделей, що вибрані на попередньому етапі.

Порівняльний аналіз моделей дозволяє вибрати кращі варіанти рішень. В отриманій математичній моделі відображаються кількісні характеристики даних аналізу в вигляді відповідних формул.

На етапі інтерпретації результатів приймають такі можливі рішення: про завершення подальшої обробки даних, якщо поставлена мета досягнута; продовження обробки даних з використанням інших методів або корегування даних; повторення всього циклу досліджень, якщо початкові дані не містять достатньої інформації про досліджуваний об'єкт.

Для аналізу результатів технологічних досліджень найбільш ефективним є застосування технологій Data Mining, основу яких складають різноманітні методи класифікації, розпізнавання образів, моделювання та прогнозування.

Ключові слова: інформаційні технології, обробка та аналіз даних, інтелектуальний аналіз, класифікація, розпізнавання образів, Data Mining.

УДК681.586.4

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТОЧЕНИЯ

Осадчий О.А.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: osadchiyoo@ukr.net

Акустическая эмиссия, т.е. излучение упругих волн напряжений, содержит в себе информацию о тонких физических процессах, которые происходят при трении, деформировании или разрушении материалов. Этот метод нашел широкое применение при ранней диагностике землетрясений, анализе состояния сложных объектов нефте- и газотранспортных систем, в атомной энергетике, в ракетной и космической технике.

Метод акустической эмиссии также можно применить при исследовании различных процессов механической обработки. В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины создана мобильная автоматизированная система для исследования сигнала АЭ при токарной обработке.

Основным элементом разработанной системы является датчик АЭ. Для обеспечения наименьшего искажения сигнала АЭ был разработан и изготовлен широкополосный датчик оригинальной конструкции. Искажения формы сигналов АЭ связаны с нелинейностью АЧХ датчика АЭ. Уменьшения нелинейности АЧХ можно достичь путем механического демпфирования пьезоэлемента, а именно использования для этого наполнителя с характеристическим импедансом, близким к импедансу пьезоэлемента. В отличие от известных конструкций датчиков введение частиц карбида вольфрама, как наполнителя в состав материала демпфера, позволило уменьшить нелинейность АЧХ на 20% в диапазоне рабочих частот усилительного тракта (0,1–2 МГц) по сравнению с традиционными датчиками.

Для соединения датчика АЭ с АЦП применяли предварительный усилитель с большим входным сопротивлением и малым выходным. Для записи на компьютер сигнала АЭ в диапазоне от 100 кГц до 2 МГц необходимо использовать АЦП с частотой опроса не менее 2 МГц. Далее выходной и детектированный сигналы подавали на быстродействующий аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и ноутбук. Управление АЦП выполнили программой «PowerGraph». Программа «PowerGraph» позволила проводить статистическую обработку полученных данных корреляционный и спектральный анализ. Созданная мобильная автоматизированная система исследования сигнала АЭ позволяет установить закономерности процесса обработки при различных методах механической обработки деталей.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, демпфер, датчик, процесс точения.

УДК 681.518

ОПИС СИГНАЛУ ВІБРАЦІЇ, ЩО СУПРОВОДЖУЄ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Симута М.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

E-mail: simuta@i.ua

Для сьогодення системи технічної діагностики, в першу чергу, необхідно знати, який сигнал ми вимірюємо і як його описати математично.

Віброакустичний сигнал зони різання є випадковим сигналом, описати який аналітичним виразом неможливо. Тому для його опису необхідно застосовувати математичні методи опису випадкових сигналів.

Випадковий процес описують статистичними характеристиками, що називаються моментами. Крім того, важливими характеристиками є стаціонарність та ергодичність.

Основними статистичними характеристиками випадкового процесу є:

1. Одномірна щільність розподілення випадкової величини, яка визначає вірогідність того, що випадкова величина лежить в певному інтервалі.
2. Стаціонарність випадкового процесу. Випадковий процес називають стаціонарним, якщо одномірна щільність розподілення вірогідності і, відповідно, середнє значення і дисперсія випадкового процесу не залежать від часу, а двомірна щільність розподілення вірогідності і автокореляційна функція залежать тільки від різниці часових аргументів.
3. Ергодичність випадкового процесу. Випадковий процес називають ергодичним, коли по його одній окремій реалізації ми можемо судити про усі його властивості також як по будь-якій кількості реалізацій.
4. Кореляційна та автокореляційна функція випадкового сигналу.
5. Спектральні характеристики випадкового процесу.

Ключові слова: діагностика стану процесу механічної обробки, віброакустична емісія зони різання, опис випадкового процесу.

Література

1. Теория автоматического управления: Учеб. для вузов по спец. «Автоматика и телемеханика». В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. / А. А. Воронов, Д. П. Ким, В. М. Лохин и др.; Под ред. А. А. Воронова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1986. — 504
2. Білінський, Й. Й. Електронні системи: навчальний посібник / Й. Й. Білінський, К. В. Огороднік, М. Й. Юкиш. — Вінниця : ВНТУ, 2011. — 208 с.

УДК 620.11

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ПОДОГРЕВА ТЕРМИСТОРА

Матвиенко С. Н., Выслоух С. П.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

E-mail: sergey33333@voliacable.com, vsp1@ukr.net

В работе рассмотрена возможность использования метода импульсной термистометрии (прямого подогрева термистора) для оптимизации измерения теплопроводности жидкостей и материалов. На основе разработанного метода и проведенных экспериментальных исследований разработано новое устройство для проведения измерений неразрушающими методами термистометрии для использования в промышленных условиях.

Оптимизация процесса измерений теплопроводности в разработанном приборе достигается наличием сразу девятидесяти ячеек с пробирками, в которых содержится измеряемая жидкость, тридцать из которых служат как контрольные, а остальные шестьдесят – измерительные. Также для оптимизации процесса измерений разработана конструкция термостата из алюминиевого сплава с возможностью плавного режима подогрева до необходимой температуры при проведении исследований. Конструкция данного термостата позволяет стабильно поддерживать температуру термостата $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (от необходимой температуры для каждого отдельного случая) в течении всего процесса измерения.

Термостат закреплен на горизонтально движущейся платформе в корпусе прибора. Это необходимо для перемещения контейнера при разливе образцов жидкостей, с последующим перемещением контейнера в фиксированное положение под измерительной матрицей для проведения измерений, а сам термостат с контейнером изображен на рисунке 1.



Рис. 1 Контейнер с термостатом

На боковой стенке контейнера установлен датчик температуры, который служит для контроля соответствия температуры контейнера с образцами.

Данные конструктивные особенности разработанного прибора позволяют существенно оптимизировать процесс измерения теплопроводности методом импульсного подогрева термистора и в результате существенно снизить погрешность измерений.

Ключевые слова: теплопроводность материалов, термистометрия.

УДК 621.9.62

СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Шевченко В. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Підвищення ефективності обробки деталей приладів нерозривно пов'язано з розробкою більш сучасних, точних та надійних засобів оптимізації режимів обробки, які дозволять безпосередньо в процесі обробки в умовах автоматизованого виробництва стабілізувати швидкість зносу різального інструменту і, таким чином, підвищити точність обробки та якість поверхні деталей приладів. А також, підвищити ефективність обробки в умовах автоматизованого виробництва.

Розроблена система складається з пристроїв вимірювання величини сили різання, змінної складової електрорушійної сили різання (ЕРС), блоку визначення знаку відхилення сили різання, блоку перетворення сигналу змінної складової ЕРС в параметр шорсткості поверхні деталі, а також логічного пристрою та пристрою керування приводами технологічного обладнання.

В процесі обробки деталей приладів на верстатах з ЧПК в умовах автоматизованого виробництва вимірюють змінну складову ЕРС, яка виникає при різанні за рахунок руйнування кристалічної структури матеріалу деталі, далі перетворюють цей сигнал в параметр шорсткості поверхні деталі. Також вимірюють силу різання і визначають знак відхилення цього сигналу. На основі вищевказаного проводять оптимізацію величин подачі та швидкості різання, що дозволяє безпосередньо в процесі обробки стабілізувати швидкість зносу різального інструменту.

Використання запропонованої системи оптимізації режимів обробки деталей приладів на верстатах з ЧПК в умовах автоматизованого виробництва підвищити точність обробки, якість отриманої поверхні деталі, а також підвищити продуктивність обробки та знизити собівартість виготовлення деталей приладів.

Ключові слова: змінна складова електрорушійної сили, сила різання, оптимізація, точність, якість поверхні деталі.

МОДЕЛЮВАННЯ АКУСТИЧНОГО ТРАКТУ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ

Симута М.О., Гнатейко Н.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

м. Київ, Україна

E-mail: simuta@i.ua

Для діагностики процесу механічної обробки в умовах безлюдного автоматичного виробництва знаходить своє застосування метод діагностики за віброакустичним сигналом зони різання.

Та попри всі свої переваги (вимірювання безпосередньо в процесі обробки, висока чутливість, достовірність, простота вимірювання), метод має значний недолік – ми не можемо встановити датчик в зоні різання, та, при практичному використанні на виробництві, на інструмент або заготовку.

Це ставить перед нами задачу оцінити, як змінився сигнал, пройшовши шлях від зони різання до зони вимірювання, так званий акустичний тракт (АТ). АТ складається з металевих частин верстату та переходів з однієї частини в іншу [1]. Природа проходження сигналу по АТ є складним явищем, оскільки обумовлена наявністю безлічі умов, критеріїв і фізичних законів поширення акустичної хвилі [2]. Також аналіз розповсюдження хвиль в твердих системах ускладнюється тим, що вони є анізотропними.

Фізичні параметри кожної ланки середовища безпосередньо впливають на передаточні характеристики ланки акустичного тракту. Також важливим є перехід між ланками, що фізично представляє собою контакт двох різних деталей, що утворюють собою межу розділу двох середовищ, розділених тонким шаром.

Ще одною проблемою для моделювання АТ є те, що він є багатопробіжним і необхідно враховувати проходження кожного променя та їх суму в точці вимірювання. Тому найбільш зручним є моделювання АТ за допомогою передавальної функції та визначення її параметрів через пропускання АТ одиничного імпульсу та дослідження відклику.

Тільки правильне розуміння та моделювання проходження сигналу акустичним трактом дозволить створити точні, надійні та інформативні системи технічної діагностики процесів різання.

Ключові слова: діагностика стану процесу механічної обробки, віброакустична емісія зони різання, акустичний тракт системи діагностики.

Література

1. Кайно Г. Акустические волны: Устройства, визуализации и аналоговая обработка сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990 – 656с.
2. Подураев В. Н. Активный контроль износа инструмента методом акустической эмиссии / В. Н. Подураев, А. А. Барзов, А. В. Кибальченко // Вестник машиностроения. – 1981. – №4. – С. 14–19.

УДК 621.7.015:539.431

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА ЦИКЛІЧНУ ДОВГОВІЧНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ

Барандич К.С., Вислоух С.П.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Barandichk@ukr.net, vsp1@ukr.net

Втомна міцність та циклічна довговічність деталей, які працюють в умовах циклічних і знакозмінних навантажень, суттєво залежить від якості поверхневого шару, а саме: від шорсткості поверхні; залишкових напружень; наклепу та структурно-фазового складу.

Із досліджень Суслєва А.Г., Без'язичного В.Ф., Суліми А.М., Рижова Е.В., Карпенка Г.В. відомо, що кожен з параметрів якості поверхневого шару впливає на експлуатаційні характеристики деталей, зокрема і циклічну довговічність. При цьому ступінь та характер їх впливу відрізняється.

Отже, для визначення та прогнозування циклічної довговічності доцільно отримати математичні моделі, що пов'язують довговічність деталі не з параметрами якості поверхневого шару, а безпосередньо з режимними параметрами оброблення, які обумовлюють формування цих параметрів.

Як приклад, виконано експериментальні дослідження впливу режимів механічного оброблення на циклічну довговічність деталі при її токарному обробленні. В якості досліджуваного матеріалу обрано сталь 40Х ГОСТ 4543-71, із якої виготовляються вісі, вали, вали-шестерні, штоки, колінчаті та кулачкові вали, кільця, оправки, рейки, гвинти, втулки та інші деталі, що піддаються вібраційним та динамічним навантаженням. До вказаних деталей пред'являються вимоги підвищеної міцності та в'язкості.

Випробування на втому виконувалося згідно з ГОСТ 25.502-79 на випробувальній машині МУИ-6000 за частоти 2000 об/хв. Токарне оброблення здійснювали на токарному оброблюваному центрі HAAS ST20. Попередньо зразки були поділені на три групи, кожна з яких відрізнялася режимами оброблення.

Отримані експериментальні значення фактичного напруження циклу та кількості циклів до руйнування дозволили встановити математичну залежність циклічної довговічності від режимів токарного оброблення та напруження циклу, адекватність якої перевірена за F-критерієм Фішера з довірчою ймовірністю 0,95:

$$N(S, V, \sigma) = e^{(14.437 + 0.0048V + 13.006S - 13.19\sigma + 0.002VS - 0.002V\sigma - 5.941S\sigma + 0.0000004V^2 + 2.929S^2 + 3.013\sigma^2)},$$

де S – подача інструмента за один оберт шпинделя, мм/об; V – швидкість різання, м/хв.; σ – напруження циклу, МПа.

Ключові слова: циклічна довговічність, втомні випробування, параметри якості поверхневого шару, токарне оброблення.

УДК 338.27:004

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ 3D ПЕЧАТИ

Новаковский А.Г., Антонюк В.С.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
м. Київ, Україна*

В настоящее время круг возможностей и сфер применения 3Д печати постоянно растёт. Этим технологиям оказалось подвластно всё – от кровеносных сосудов до коралловых рифов и мебели.

Исторически первой была создана технология стереолитографии (StereoLithography Apparatus, SLA), исходным продуктом которой является жидкий фотополимер, который полимеризуется и становится твердым под воздействием ультрафиолетового излучения.

Следующим методом является селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering, SLS) – порошковый метод, где вместо жидкости используется порошок с диаметром частиц 50–100 мкм, тонкими равномерными слоями распределяемый в горизонтальной плоскости с последующим спеканием заданных участков лазерным лучом. Исходные материалы: металл, пластик, керамика, стекло, литейный воск.

Метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM), напоминает обычную струйную печать: материал подается через сопла малого диаметра, расположенные рядами на печатающей головке.

В качестве материала для MJM-принтеров используют пластики, фотополимеры, специальный воск, а также материалы для медицинских имплантов, зубных слепков и протезов.

Селективное прессование (SDL) использует обычную офсетную бумагу формата А4 с плотностью 80 и 160 г/см³.

3D печать крупных изделий, формата, большего чем А4 в плоскости Х*У производится поэтапно, с предварительным разделением 3D модели на части для постпечатного склеивания или соединения замковым способом.

Технология SLM похожа на SLS, в которой частицы порошка спекаются друг с другом, но здесь металлические частицы доводятся до состояния расплавления и свариваются друг с другом, образуя жесткий каркас. Используют материалы – нержавеющая сталь, инструментальная сталь, сплавы хрома и кобальта, титан, алюминий и др.

Самым распространенным методом является послойное наплавление Fusing Deposition Modeling, (FDM). Термопластичный материал нагревается в печатающей головке до полужидкого состояния и выдавливается в виде нити через сопло с отверстием малого диаметра, оседая на поверхности рабочего стола или на предыдущем слое.

Ключові слова: 3D печать, моделирование.

UDK 620.179.14

PRINCIPLES FOR DETERMINING COORDINATES OF THE OBJECT IN THE WORKSPACE MACHINE TOOL

¹⁾Volodymyr Skytsiouk, ²⁾Jan Zizka, ¹⁾Tatiana Klotchko

¹⁾National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine,

²⁾Technical University, Liberec, Czech Republic

E-mail: max_sk@bigmir.net; klotchko@psf.ntu-kpi.kiev.ua

Computer measuring system designed to positioning the cutting tool in the technological space of the machine tool is offered now. This integrated system, which improved the accuracy and reliability of determining the coordinates of the cutting tool and detail, based on the principles of two-parameter control.

The integrated sensors for registration of electromagnetic fields and optical radiation at workspace machine tool, recording the location of the object (tool and detail) in space of technology CNC equipment, for use in instrument-making production are offered. Thus, the operations of the control and measurement by integrated system based on integrated peripheral modules, which measuring physical processes in workspace machine tool. This physical processes accompanies of technological facilities at their contacts to determine the coordinates depending on the specific technological situation.

On the basis of analysis of the properties of electromagnetic fields wide frequency range, including optical range, examined several circuit solutions for the integrated control system two-parameter distance tool relative to the workpiece surface, which is treated. As a result of the comparative analysis of the solutions set the optimal speed for the flowchart of integrated electromagnetic control device distances, providing an opportunity to realize the task of positioning accuracy improvement cutting tool and detail in the processing.

Using the theory of TONTOR areas accuracy was determined necessary number of integrated elements, which consist of electromagnetic sensors of frequency range up to 100 kHz and sensors of electromagnetic fields of optical range. Bind degree of each sensor at every peripheral modules to the relevant parts of the surface of the object, which control by integrated system is showed. Currently, the technological feasibility of electronic circuits action mainframe control integrated systems and peripheral modules was analyzed. Based on these studies was established electronic circuit blocks of electronic information-measuring system and functional schemes of optical sensors and electromagnetic sensors for registration distances and positioning of tool and detail at workspace of CNC machine tool.

Keywords: error curvilinear coordinate system, control, measurement, technological equipment.

References

1. Скицюк В.И. Физика технологии ТОНТОР: монография / В.И. Скицюк, Т.Р. Ключко. - Саарбрюкен (Германия): ИД LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 332 с.