

СЕКЦІЯ 3
ПРОЦЕСИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ, МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЇХ
КОНТРОЛЮ

УДК 621.9:658.512

**ФОРМАЛИЗАЦІЯ ОПИСАНИЯ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ОПТИКО-
МЕХАНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

*Выслоух С. П., Филиппова М.В., Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

Анализ объектов автоматизированного проектирования показывает, что всегда можно выделить следующие три типа характеристик объектов: общие характеристики, характеристики составляющих его элементов (сборочных единиц, деталей и т.п.) и характер взаимосвязи составляющих элементов объекта.

Сборка опто-механических узлов представляет собой процесс наиболее рационального размещения в конструкции составляющих его элементов с целью их объединения. При этом необходимо учитывать характеристики как элементов изделия в целом, так и их взаимосвязи.

Прежде чем создавать оптимальные конструктивно-технологические решения опто-механических узлов нужно иметь информацию об общей структуре изделия, необходимую при проектировании, и о моделях, которые формализуют конструкцию опто-механических изделий. С этой точки зрения модель конструкции должна удовлетворять следующим требованиям: простота; наглядность; доступность информационного моделирования; возможность декомпозиции и совместимость.

Формализм, который может быть положен в основу моделей описания элементов конструкции опто-механических узлов, должен обладать достаточной общностью и способностью к представлению информации. Понятие реляционной системы является наиболее подходящим для формализации конструкции изделия.

Считают, что синтез конструкции изделия является реляционной системой. Он может быть определен как набор типов отношений, под которыми понимают множество отношений некоторой степени на возможных носителях (деталях, сборочных единицах и т.п.), и которые удовлетворяют определенным ограничениям, то есть формулам языка исчисления предикатов. Основным элементом модели описания конструкции является набор данных (понятия и имена), состоящий из имени элемента конструкции и одного или нескольких членов набора (тип элемента, плоскость базирования, вид взаимосвязи с другими элементами и т.п.).

Графические образы элементов конструкции и взаимосвязи между ними можно интерпретировать в виде графа, вершинам которого соответствуют понятия и имена, а дугам – существующие между ними отношения. Таким образом, граф-схема представляет формализованную структуру конструкции изделия, полнота которого зависит от полноты детализации разрабатываемого проекта изделия.

Ключові слова: технология сборки, автоматизация проектирования, графический образ, формальная модель изделия.

УДК 621.7:681.2

ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Стельмах Н.В., Вислоух С.П., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Аналіз існуючих в даний час на підприємствах України автоматизованих інформаційних систем свідчить про їх незначну кількість та застарілість. Вони з різних причин обмежують розвиток технології виробництва, особливо якщо це стосується таких виробництв, які характеризуються високими технологіями, а саме підприємств приладобудівного профілю. Тому нагальною потребою є створення автоматизованих систем збирання та обробки технологічної інформації особливо для приладобудівних виробництв.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи збирання та обробки технологічної інформації, що надходить від об'єктів приладобудівного виробництва. Автоматизована система, яка розробляється в даній роботі, матиме гнучкий комплекс з обробки, редагування технологічної інформації та використання її в виробничих процесах, а також має надати можливість подання вихідної інформації в зручній формі, мати високу ступінь гнучкості і вона може бути легко модифікованою для розв'язання інших задач керування та контролю за ходом технологічного процесу.

Важливою задачею також є розробка методики використання автоматизованої системи обробки технологічної інформації, що дає можливість не тільки проводити та контролювати весь технологічний цикл виробництва, але й дає можливість аналізувати виробничі процеси з метою покращення їх показників та створення у майбутньому повністю автоматизованих виробництв з високим показниками як виробничого характеру, так і з точки зору екологічної чистоти виробництва.

Широкий спектр задач, що вирішується технологами, пред'являє високі вимоги до таких систем. Відомі складності останніх років призвели до того, що на підприємствах приладобудівного профілю залишилися фахівці з великим досвідом та знаннями виробництва, але без достатніх навичок роботи на персональних комп'ютерах, а поповнення технологічних кадрів випускниками вузів у реальності виявилось явно недостатнім.

Все це дозволить розробленій автоматизованій системі зайняти достойне місце в приладобудівному виробництві, а також надасть можливість не тільки забезпечити технологічний цикл всім необхідним для його нормального функціонування, але й надасть змогу виробництву до саморозвитку, удосконалення та до опанування нових технологічних задумок.

Ключові слова: автоматизована інформаційна система, система управління, технологічна інформація, технологічний цикл виробництва.

УДК 620.179.14 (088.8)

ГРАДІЄНТОМЕТРІЯ ЗОННОЇ ТОЧНОСТІ ВЕРСТАТІВ

*Глоба Л.С., Скицюк В.І., Плотников О.О., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Отримання надточних розмірів на фрезерних верстатах з ЧПК та ОЦ пов'язано з ланцюгом проблем, однією з яких є виконання координатних переміщень робочих органів верстату з необхідною точністю. Попри всі відомі похибки котрі є притаманними цьому класу верстатів додаються похибки плинного зносу направляючих стола та шпинделя з одночасним зносом ходових пар побудованих за різним принципом. Авторські дослідження показали, що існують розбіжності у визначенні координати деталі при входженні в неї інструменту. Крім того в проведених дослідженнях було доведено, що похибка визначення координати поверхні має яскраво означений полярний характер. Це означає, що, наприклад, при контурному фрезеруванні в залежності від напрямку руху інструменту по контуру точність виконання розмірів деталей сумірних зі столом верстату є неоднаковою по всіх трьох координатах в абсолютній системі координат. Але деталі менших розмірів можливо виготовляти з більшою точністю, якщо відомо де саме розташована зона з відповідною точністю, що задовольнить висунутим конструкторським умовам.

При проектуванні технології обробки робочий простір верстату вважається ізотропним і ідеальним (тобто, похибок координатної системи не існує). Потім при налагодженні операції безпосередньо на верстаті, наладчик за допомогою коректорів на пристрої ЧПК вводить величини корекції на окремі координатні переміщення, радіус різального інструменту, тощо.

Авторські дослідження розподілу похибок у робочому просторі верстату довели, що, по-перше, похибка нерівномірно розподілена у просторі, по-друге, відпрацювання координатного переміщення з точки А у точку В може суттєво відрізнятися від переміщення з точки В у точку А. Для опису цього явища запропоновано використовувати математичний апарат градієнту скалярного поля [1, 2]. З метою практичної реалізації цих принципів розроблено методики визначення поля похибок, а також апаратні засоби для їх реалізації [3, 4]. На

базі цього підходу є можливість визначитися з технологічним ресурсом обладнання, зберегти його.

Запропоновані методики та прилади було випробувано і впроваджено на ВАТ «Київський завод автоматики ім. А.Г. Петровського» в м. Києві.

Ключові слова: зонна точність, градієнт точності, верстат з ЧПК, похибка.

УДК 621.396.001

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕЗОНАНСІВ КОРПУСУ ВИСОКОПОТУЖНИХ АКУСТИЧНИХ СИСТЕМ

*Ващишак С.П., Піндус Н.М., Чеховський С.А., Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Якість відтворення звуку тією чи іншою акустичною системою (АС) залежить не тільки від якості і кількості використаних гучномовців (ГМ) та розділювальних фільтрів, але й від властивостей самого корпусу АС. Найкраще відтворюють звук АС високої потужності, динамічний діапазон яких становить (80–100 Дб). Вплив корпусу АС на формування звукового поля є доволі значним, особливо у діапазоні низьких частот (НЧ). Тут звукове поле формується акустичними характеристиками НЧ ГМ, впливом фазоінвертуючих ланок, пружністю повітря в об'ємі АС та впливом резонансів її корпусу. При чому, основні спотворення вихідного сигналу вносять саме резонанси корпусу АС. Тому існує проблема контролю цих резонансів ще на стадії виробництва АС, що дасть змогу розширити їх динамічний діапазон і суттєво підвищити якість відтворення звуку.

Причинами виникнення резонансів корпусу АС є: низька ступінь демпфування внутрішньої поверхні корпусу АС, розгерметизація корпусу у місцях кріплення ГМ та панелей, вібрації стінок корпусу, вібрації, викликані поганим механічним кріпленням елементів розділювальних фільтрів. Та чи інша з наведених причин впливають на формування звукового поля по різному. Часткова розгерметизація особливо помітна при роботі АС на малих і середніх потужностях, а низька ступінь демпфування та вібрації стінок корпусу – на високих. Вплив поганого механічного кріплення відбувається у всьому діапазоні потужностей АС.

Для контролю резонансів корпусів висопотужних АС пропонується пристрій, який складається з акустичного сканера, що поміщається через фазоінвертор всередину корпусу АС, блока аналізу та мікроконтролера з цифровим дисплеєм і клавіатурою. До складу акустичного сканера входять 3 мікрофони на частоти 20–5000 Гц, 200–10000 Гц і 500–40000 Гц. Блок аналізу містить керовані електронні підсилювачі та переналаштовувані смугові фільтри. Мікроконтролер за допомогою клавіатури керує коефіцієнтом підсилення електронних підсилювачів та шириною смуги фільтрів блока

аналізу. Також він здійснює обробку сигналів на основі Фур’є перетворення і визначає інформаційні смуги частот. Після цього проводиться кореляційний аналіз відповідності частотної смуги тій чи іншій причині виникнення резонансу і робиться висновок про її усунення одним із способів, занесених у пам’ять мікроконтролера.

Проаналізовано вплив резонансів корпусу на формування звукового поля АС та запропоновано пристрій для їх контролю.

Ключові слова: акустична система, гучномовець, резонанс.

УДК 681.787.7

ПРЕЦИЗИЙНИЙ КОНТРОЛЬ ПОВЕРХОНЬ ЛАЗЕРНИХ ДЗЕРКАЛ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРФЕРОМЕТРА БІЛОГО СВІТЛА

*Вітюк С.В., Гаєвська Л.Р., Гураль Т.І., Макарчук В.М., Овчар М.І., Казенне підприємство
“Центральне конструкторське бюро “Арсенал”, м. Київ, Україна*

Лазерне дзеркало є одним з основних елементів конструкції кільцевих гелій-неонових лазерів, який кардинальним чином впливає на добротність резонатора, потужність та модову структуру випромінювання. У зв'язку з цим до якості поверхонь підкладок лазерних дзеркал висуваються жорсткі вимоги, як до відхилення форми поверхні від заданої, так і до шорсткості поверхні та товщини порушеного шару.

Габаритні розміри дзеркал достатньо малі – типовий світловий діаметр 3...5 мм, а радіуси кривизни увігнутих дзеркал становлять декілька метрів. Оскільки вимоги до чистоти поверхонь дуже високі, при контролі допускаються тільки безконтактні методи. Однак, стандартні інтерферометри з когерентними джерелами випромінювання не розраховані для роботи з такими малими світловими зонами і великими радіусами кривизни поверхні, застосування контактних сферометрів також неприпустимо.

У зв'язку з цим було запропоновано використовувати для контролю форми поверхні підкладок лазерних дзеркал інтерферометр білого світла. Виходячи з технічних вимог до діапазону і похибки виміру, для реалізації була прийнята схема інтерферометра Майкельсона. Як джерело випромінювання використовувалася галогенна лампа накаливання з довжиною когерентності порядку 3 мкм. Освітлювальний модуль формував світловий пучок, що сходиться. Частина пучка, пройшовши світлороздільний кубик, попадала на опорне дзеркало, а частина, відбившись на світлороздільному покритті, попадала на контрольовану підкладку дзеркала. Після відбиття від опорного дзеркала і контрольованої підкладки пучки знову з'єднувалися на світлороздільному кубіку і, пройшовши проекційний об'єктив, попадали на світлочутливу площадку цифрової телекамери. У точках поверхні, для яких різниця ходу в обох пучках не перевищує довжини когерентності джерела,

реєструється інтерференційна картина. При переміщенні опорного дзеркала уздовж оптичної вісі для кожної точки поверхні реєструється максимум контрасту інтерференційного сигналу, що відповідає «білій» смузі, у положенні, де різниця ходу в обох плечах інтерферометра дорівнює нулю. Просканувавши опорним дзеркалом у відповідному діапазоні, можна зареєструвати положення максимуму контрасту для всіх точок поверхні. Знаючи величину переміщення дзеркала і горизонтальні координати точок поверхні, можна побудувати топограму поверхні.

Для розрахунку радіусу кривизни та відхилення форми поверхні від заданої проводиться попередня фільтрація зображення для зменшення впливу шумів, та знаходиться найближча сфера методом найменших квадратів. Крім того програма забезпечує користувачеві широкий вибір сервісних функцій та математичної обробки результатів вимірювання.

Інтерферометр білого світла забезпечує наступні технічні характеристики:

- поле зору - 10x10 мм;
- діапазон вимірювання - 100 мкм;
- роздільна здатність по висоті - 2 нм;
- роздільна здатність в горизонтальній площині - 15 мкм;
- припустимий нахил поверхні - 4°.

Ключові слова: інтерферометр білого світла, лазерні дзеркала.

УДК 621.384.3:658.562:681.7.03

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИСТЕМ

*Лихолит Н.И., Каминский С.Ф., Кузнецов В.М., Кириллин В.Ю., Полежаев В.В.,
Петриченко А.Н., Ридила А.С., Тягур В.М. Казенное предприятие “Центральное
конструкторское бюро “Арсенал”, г. Киев, Украина*

Изготовление объективов с дифракционным качеством для тепловизионных систем требует использования оптических материалов с нормированным значением коэффициентов рассеяния, коэффициента направленного пропускания и оптической неоднородности показателя преломления. Допустимые значения указанных параметров определяются как путем математического моделирования конкретной схемы объектива, так и на основе производственного опыта по изготовлению ИК-объективов.

В докладе приводятся описания специализированного оборудования для контроля коэффициента светорассеяния, методы контроля коэффициента направленного пропускания и контроля неоднородности показателя преломления монокристаллического оптического германия, а также результаты измерений указанных характеристик для оптического германия, используемого в тепловизионном приборе.

Метод определения коэффициента рассеяния оптического монокристаллического германия основан на сравнении освещенности изображения черного предмета, расположенного на равномерном ярком фоне, и освещенности изображения фона. Изображение создается контролируемым образцом и вспомогательным объективом. Установка разработана на использовании шара Ульбрихта с двумя отверстиями.

Метод определения коэффициента направленного пропускания оптического монокристаллического германия основан на сравнении направленного потока излучения, падающего на контролируемый образец, и потока, прошедшего через него. Схема контроля – автоколлимационная.

Определение оптической неоднородности показателя преломления выполнено интерферометрическим методом, при этом измерялись топограммы деформации волнового фронта, прошедшего через контролируемый образец, с учетом измеренных ошибок поверхностей измеряемых образцов. Из полученных результатов исключалась осесимметричная неоднородность второго порядка, которую можно компенсировать при изготовлении объектива путем изменения воздушных промежутков. Затем вычислялся полный размах деформации волнового фронта относительно ближайшей сферы сравнения и, по его значениям, определялась оптическая неоднородность показателя преломления.

На основании полученных данных рассчитывалась ФПМ объектива, оптические элементы которого могли быть изготовлены из оптического материала с измеренными показателями.

Ключевые слова: ИК-объектив, коэффициенты направленного пропускания и рассеяния, оптическая неоднородность показателя преломления.

УДК 621.91.01: 681.3.06

ОТРИМАННЯ УМОВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДАМИ СТРУКТУРОВАНОГО ПІДХОДУ

*Вислоух С.П., Барабаш Я.В., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

У приладобудуванні широко застосовують високоміцні алюмінієві, магнієві й титанові сплави, сталі, у тім числі вуглецеві, леговані, корозійностійкі і жароміцні, композиційні матеріали. Вибираючи матеріал для елементів конструкції, враховують його механічні, теплофізичні та хімічні властивості, щільність, вартість, ступінь освоєння у виробництві, а також технологічні властивості, що визначають можливість застосування виробничих процесів: штампування, зварювання, механічної обробки тощо.

Визначення умов обробки нового композиційного матеріалу потребує великої кількості експериментів. Очевидно, що умови обробки в межах певної

групи близькі. Але якою є міра близькості. Оскільки новий матеріал відноситься до певної групи користуючись апріорними знаннями (тип наповнювача та його властивості), пропонується метод дослідження технологічних характеристик матеріалів із метою оптимізації умов та методів їхньої обробки за допомогою методики структурного підходу.

Технологічні процеси є багато параметричні з великою кількістю змінних, що описують їх сутність. З метою зменшення ознакового простору можна використовувати метод головних компонент. Оцінка використання методу: для полімерних композитів з вхідного простору ознак одержано п'ять головних компонент, які у повній мірі описують початкову інформацію. Отримані головні компоненти можна використати при розв'язанні різноманітних задач підготовки технологічного виробництва для реалізації оптимізації умов обробки.

Класифікація композиційних матеріалів може відбуватися за їх фізико-механічними, фізико-хімічними властивостями, структурою, хімічним складом та іншими даними. Пропонується використання ієрархічного- кластерного аналізу. Дослідник може виділити необхідну кількість утворюваних груп, за принципом пріоритетності. Методика кластерного аналізу застосовувалась для дослідження полімерних композитів.

У запропонованому класі вибирається матеріал, який найбільш схожий за своїми властивостями на досліджуваний матеріал. Умови та методи обробки цього матеріалу-аналогу є вихідними умовами та методами обробки досліджуваного матеріалу. Дискримінантний аналіз дозволяє здійснити вибір найбільш вагомих властивостей матеріалів для їх класифікації, які дають гарне розділення матеріалів за класами, а також здійснити ідентифікацію досліджуваного матеріалу.

Ключові слова: композиційні матеріали, структурний підхід, кластерний, дискримінантний, компонентний аналіз.

УДК 621.865.8

СПОСОБ МАНИПУЛИРОВАНИЯ

*Заец С.С., Максимчук И.В., Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

В приборостроении, при автоматизированной сборке приборов с использованием роботов, применяют различные методы и способы манипулирования, для улучшения качества, эффективности, и быстродействия сборочных устройств. Большинство современных способов манипулирования, руки робота «сборщика» с захватом, основаны на применении простых законов движения, и используют большие не эффективные приводы, которые за счет износа рабочих поверхностей увеличивают время что тратится на

автопоисковые действия. Способ манипулирования предлагаемый авторами, заключается в том, что в качестве привода для задачи автопоисковых движений используем устройство, которое состоит из фланцев между которыми размещается пьезоэлементы. К ним присоединен захват. Втулку закрепляют неподвижно на основе, а вал ориентируют при помощи захватных приспособлений, что может иметь разное конструкторское применение, в зависимости от вида робота. При подачи электрического сигнала на пьезоэлементы, что приводит к увеличению или уменьшению формы пьезоэлемента, при изменения напряжения, частоты и фазы изменяется закон траектории движения поисковых движений, что позволяет получить определенные траектории движения автопоиска (круг, различные виды лемнискаты Бернулли, спираль Архимеда). При этом регистрируют сил поджима при совмещении соединяемых поверхностей, изменяют амплитуду поисковых движений, задают перемещение по оси соединения, и проводят процесс сборки деталей типа вал – втулка при минимальном значении амплитуды. При использовании данного способа манипулирования увеличивается производительность, сокращаются затраты времени на сборочные операций, расширяются области применения робота.

Данный способ манипулирования относится к прецизионной сборки и может быть использован в массовом и серийном производстве. В данном способе возможно применение и других траекторий поисковых движений. Применение способа возможно и для сборки деталей не только типа вал втулка, но и других геометрических форм. Применение этого способа манипулирования позволит расширить область применения роботов.

Ключевые слова: способ манипулирования, пьезоэлементы, траектории движения автопоиска, поисковые движения, вал, втулка, лемниската Бернулли, спираль Архимеда.

УДК 620.179.143

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ В ПОТОКЕ

Мирошников В.В., Гречишкина Н.В., Кулягина А.Л., ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина

Эффективность работы обогащательного оборудования определяет процент зольности обогащенного угля, контроль которой проводится два три раза в сутки, что не дает возможность оперативно управлять процессом обогащения. Аналогичный процесс контроля зольности проводится при отправке и приемке угля.

Для непрерывного контроля зольности угля на конвейерной ленте разработана система электромагнитного контроля. Система состоит из импульсного электромагнитного блока, включающего в себя обмотку

возбуждения и многоэлементный модуль накладных преобразователей. Электронный блок системы формирует мощные импульсы тока, которые подаются в обмотку возбуждения. Поле наведенных таким образом вихревых токов регистрируется накладным преобразователем. Компенсация влажности контролируемого угля осуществляется путем введения дополнительного канала его контроля. Проведенные исследования показали, что дисперсность контролируемой среды не влияет на результат измерения при частотах 0,8-1,2 МГц. Именно для создания электромагнитного поля на этой частоте используется импульсный режим возбуждения. Синтез многокатушечной обмотки возбуждения позволил в рабочем объеме $0,3 \times 0,7 \times 0,35 \text{ м}^2$ получить магнитное поле с вектором индукции $B = 0,1 \text{ Тл}$ с однородностью порядка 6%. Использование дополнительного канала отстройки от влияния зазора и использование цифрового метода фильтрации информационного сигнала позволяет получать погрешность измерения зольности в потоке не превышающую 0,7-1,5%. Для тарировки системы в память электронного блока записаны сигналы от материала с известной зольностью, которые определялись лабораторным методом.

Ключевые слова: контроль, электромагнитное поле, система, фильтрация, погрешность измерения.

УДК 681.3.01

АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Вислоух С.П., Волошко О.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Використання ЕОМ для розв’язання задач технологічного проектування висуває на перший план проблему розробки математичних моделей технологічних параметрів. Важливе значення має математичне моделювання параметрів в зв’язку з сучасними тенденціями оптимізації технологічних процесів на стадії їх проектування. Тому виникає необхідність створення методики встановлення математичних моделей окремих параметрів процесу механічної обробки, які максимально враховують реальні умови виробництва і були б придатні для використання в САПР ТП, а саме в спеціальній підсистемі розрахунку режимів різання та нормування технологічних операцій. В роботі розглядаються питання створення алгоритмів та програм обробки результатів експериментальних досліджень, моделювання вихідних параметрів процесу різання та дослідження технологічних характеристик конструкційних матеріалів.

Для реалізації поставленої задачі використовується автоматизований стенд для проведення експериментальних досліджень процесів обробки різанням

конструкційних матеріалів. Результати проведення експериментів в ході їх проведення записуються в пам'ять ЕОМ. Для обробки масивів отриманої інформації з метою визначення адекватних математичних моделей вихідних характеристик процесу різання, що заносяться в спеціальну базу знань, та визначення оброблюваності конструкційних матеріалів по різноманітним показникам для реальних умов їх обробки створено спеціальне математичне забезпечення автоматизованої системи досліджень. Програмна реалізація алгоритмів роботи цієї системи виконана на алгоритмічній мові Delphi. Цей пакет програм, крім вказаних функцій, дозволяє розв'язувати оптимізаційні задачі, математичні моделі яких автоматично формуються з математичних моделей окремих параметрів, що вибираються із бази знань для конкретного матеріалу. Технолог має можливість вибрати критерій оптимальності та ввести реальні умови процесу різання та обмеження, що визначають область допустимих рішень.

Запропоновані алгоритми та програми визначення технологічних характеристик конструкційних матеріалів дозволяють скоротити терміни технологічної підготовки виробництва, оптимізувати режими різання, знизити технологічну собівартість виготовлення деталей, скоротити витрати дорогих різальних інструментів та витрати конструкційних матеріалів на експериментальні дослідження тощо.

Ключові слова: конструкційні матеріали, процес різання, технологічні характеристики, математичне моделювання.

УДК 621.793

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНІ ТЕРТЯ З ДИСКРЕТНО-ОРІЄНТОВАНОЮ ТОПОГРАФІЄЮ

¹⁾Возненко В.В., ²⁾Калініченко В.І., ¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна; ²⁾Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка, м. Київ, Україна

При виготовленні поверхонь тертя використовуються методи формування мікрорельєфу, де можуть збиратися частинки зносу, що видаляються із зони контакту поверхонь тертя, а також створюватися вторинні структури для полегшення робочого ходу. Практична перевага таких поверхонь в багатьох випадках очевидна, але ще недостатньо проаналізовані і описані явища, які відбуваються в зоні контакту, відсутні методи побудови такої поверхні.

В роботі поставлена задача дослідити вплив конструкційних факторів на трибологічні характеристики поверхні тертя з дискретно-орієнтованою топографією та визначити їх оптимальні параметри з залученням концепцій нелінійної механіки руйнування. Вибір оптимальних параметрів поверхні з дискретно-орієнтованою топографією – щільності нанесення рельєфу, глибини і ширини лунок, їх кроку залежить від матеріалу пари тертя і діапазону

експлуатаційних питомих навантажень. При конструюванні поверхні дискретно-орієнтованої топографії необхідно врахувати розміри лунок. Результати розрахунків максимально допустимої щільності лунок на поверхні матеріалу АК6 з границею текучості $\sigma_T = 320$ МПа в залежності від глибини лунок h і робочого навантаження σ_W приведені на рис. 1.

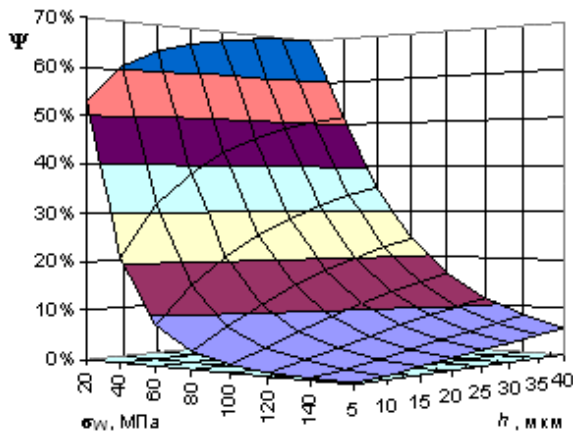


Рис. 1.

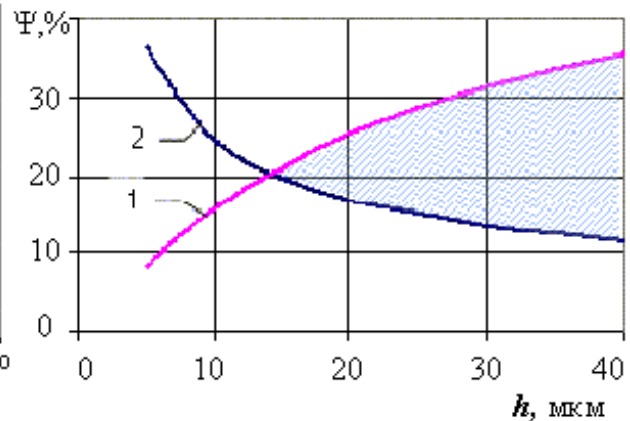


Рис. 2

Розрахунки параметрів поверхні дискретно-орієнтованої топографії деталі зі сплаву АК6 приведені на рис. 2, де крива 1 – верхня межа допустимої щільності лунок, що забезпечує міцність поверхні при робочому навантаженні 60 МПа, а 2 – нижня межа допустимої щільності лунок, що забезпечує збільшення маслоємності поверхні з шорсткістю $Ra \sim 0,8$ більш ніж у два рази. Оптимальні величини глибини і щільності лунок знаходяться в заштрихованій області. Результати випробувань підтвердили ефективність конструювання поверхонь тертя з дискретно-орієнтованою топографією і показали високі антифрикційні властивості при терті.

Ключові слова: поверхні тертя, мастилоємність, міцність поверхні, щільність.

УДК 550.34

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЖИДКОСТНОГО ГРАВИМЕТРА

Торлин В.Н., Троценко А.В., Шевченко С.Г., Севастопольский национальный технический университет, г. Севастополь, Украина

Для измерения низкочастотной девиации напряженности гравитационного поля Земли целесообразно использование жидкостных измерителей ускорений с диффузионной преобразующей ячейкой.

Анализ схем реализации такого гравиметра показал, что использование только диффузионного элемента без дополнительных устройств воздействия не позволяет обеспечить конкурентоспособный диапазон преобразования.

Проведена оценка возможных вариантов реализации гравиметра на базе

диффузионного преобразователя.

В результате экспериментальных исследований установлено, что воздействие постоянных и переменных магнитных полей на электрохимическую ячейку не может быть использовано для полной компенсации силы тяжести, воздействующей на рабочую жидкость преобразователя. Это подтверждает результаты, полученные расчетным путем.

Для реализации магнитного воздействия на чувствительный элемент применен диффузионный преобразователь с эластичными мембранами и закрепленными на них постоянными магнитами, установленными в постоянном магнитном поле. Преобразователь вращают в поле силы тяжести со скоростью (1...5) об/мин. При этом выходной сигнал представляет собой синусоиду с частотой (0,02-0,1) Гц и амплитудой пропорциональной ускорению свободного падения g .

Обработка результатов испытаний трех макетов жидкостных преобразователей в трех исполнениях позволила сделать следующие выводы:

1. Взвесить чувствительный элемент диффузионного преобразователя в гравитационном поле позволяет конструкция с дополнительными центрирующими мембранами «ирисового» типа.

2. После взвешивания чувствительного элемента при вращении преобразователя вокруг горизонтальной оси амплитуда выходного сигнала составила $(4 \pm 0,5)$ % от амплитуды сигнала без магнитного воздействия на чувствительный элемент.

3. Магнитная схема, выполненная на основе стандартных элементов, позволяет без изменения диапазона измерений электрохимической ячейки увеличить диапазон измерений девиации силы тяжести на 30 дБ.

Для дальнейшего расширения диапазона измерений жидкостного гравиметра необходимо проведение дополнительных исследований по формированию конфигурации силовых линий магнитного поля в плоскости вращения преобразователя.

Ключевые слова: жидкостный преобразователь, диффузионная ячейка, сила тяжести, гравиметр, силовое воздействие, магнитное поле, амплитуда выходного сигнала

УДК 550.34

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЖИДКОСТНЫХ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

*Троценко А.В., Шевченко С.Г., Севастопольский национальный технический
университет, г. Севастополь, Украина*

Анализ специфических особенностей жидкостных сейсмоакустических

преобразователей (САП), их основных технических характеристик, комплекса методов и средств задания механических испытательных сигналов позволили систематизировать требования к методам и средствам функциональных испытаний жидкостных САП.

Для определения основных технических характеристик жидкостных САП могут быть применены известные средства градуировки и проверки измерительных преобразователей механических величин. Однако для правильного выбора этих средств или разработки новых необходимо сформулировать и проанализировать комплекс их основных технических характеристик, обеспечивающих достижение с приемлемой достоверностью целей функциональных испытаний жидкостных САП с учетом их специфики и условий применения.

В результате анализа требований, предъявляемых к методам и средствам испытаний аппаратуры и приборов общего назначения, измерительных преобразователей линейного ускорения и давления, расхода жидкости, жидкостных САП и опыта исследовательских испытаний нескольких типов преобразователей сформулирован основной комплекс технических характеристик средств испытаний, реализующих методы задания испытательных сигналов гармонической и ступенчатой форм.

Для конкретного типа средства испытаний уточняют комплекс сформулированных характеристик, при необходимости включают дополнительные, исходя из специфики назначения средства испытаний, устанавливают способы нормирования, номинальные значения и формы представления технических характеристик.

Ключевые слова: техническая характеристика, сейсмоакустический преобразователь, испытательный сигнал, средство задания механических сигналов, комплекс характеристик.

УДК 621.822:681.2:369.64

ТЕХНОЛОГІЧНЕ КЕРУВАННЯ ВІБРОАКУСТИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Марчук В.І., Заболоцький В.Ю., Луцький державний технічний університет, м. Луцьк,
Україна*

Відомо, що експлуатаційні характеристики підшипників кочення приладів і систем автоматики на стадії їх виготовлення визначаються їх віброакустичними властивостями доріжок і тіл кочення.

Проведені дослідження підшипників і їх робочих поверхонь показали, що значний вплив на якісні характеристики кілець здійснює параметр хвилястості доріжок кочення. В процесі проведення досліджень виявилось, що незначна

зміна хвилястості впливає на віброактивність підшипника.

На вібрацію підшипника з усього спектру хвилястості найбільший вплив здійснюють гармоніки з числом хвиль наближеним чи кратним числу тіл обертання підшипника, оскільки число хвиль в більшій мірі впливає на віброприскорення ніж висота хвилястості. Експериментами встановлено, що при зменшенні висоти хвилястості внутрішніх кілець підшипника від 2,5 до 0,06 мкм рівень вібрації знижується в середньому на 17 дБ в діапазоні частоти 200-4000 Гц.

В підшипнику найбільший вплив на рівень вібрації здійснює хвилястість внутрішнього кільця. Досить важливим є параметр k_i – порядок хвилястості на кільці (базова кількість хвиль), оскільки, як було доведено, співвідношення кількості хвиль з кількістю роликів відіграє значну роль у формуванні експлуатаційних характеристик підшипників.

В цьому зв'язку важливим завданням є створення методів адаптивного направленої впливу на конструктивно-технологічні чинники (режими обробки, власні коливання та жорсткість системи верстат-інструмент-пристрій заготовка, тип і матеріал інструменту, тощо). З метою отримання оптимальних значень параметрів мікро- та макрогеометрії робочих поверхонь деталей підшипників запропонована методика і математична модель технологічного керування хвилястістю доріжки кочення.

Успішне розв'язання цієї задачі можливе на основі математичного моделювання технологічних систем механообробки і взаємозв'язків конструктивно-технологічних чинників з параметрами поверхневого шару та експлуатаційними характеристиками деталей підшипників. Основою такого моделювання є результати віброакустичних досліджень підшипників з використанням описаної методики.

Ключові слова: підшипник, частота вібрації, хвилястість, віброактивність, гармоніка, віброприскорення, коливання, математична модель.

УДК 681.2.002

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИБКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

*Лапа М.В., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский аэрокосмический институт», г. Харьков, Украина*

Проведение исследовательских и поисковых работ по автоматизации технологического проектирования предусматривает как конечную цель существенное повышение производительности труда при проектировании технологических процессов. Однако в условиях мелкосерийного производства приборов необходимо производить “то, что нужно, когда необходимо и сколько нужно”. Потому особую важность приобретает проблема увязки задач

проектирования технологических процессов с задачами организации и управления приборостроительным производством.

Гибкое проектирование техпроцессов изготовления деталей приборов дает возможность иметь несколько альтернативных вариантов для поддержки принятия решений на руководящем уровне, причем получить плановые экономические показатели изделия на этапе проектирования (возможно ли изготовить данный заказ в указанные сроки за предложенную цену).

Технологический процесс обработки есть целенаправленный процесс превращения заготовки в готовую деталь. Технологию механической обработки детали прибора в этом случае, можно представить в виде отношения:

$$T: Z \rightarrow D,$$

где $T=\{t_i, \mu_i\}$ – нечеткое множество технологий, таких, что любому технологическому процессу: $t_i \in T \ \& \ i \in N$ присвоено экспертом значение функции принадлежности, $\mu_i \notin 0,1$; $D=\{d\}$ – множество, которое состоит из одной детали d ; $Z=\{z_i, \mu_{zi}\}$ – нечеткое множество заготовок, такое, что любой заготовке $z_i \in Z \ \& \ i \in N$ присвоено экспертом значение функции принадлежности, $\mu_{zi} \notin 0,1$.

На каждом этапе проектирования ТП существует набор возможных решений TR_{ij} со своими значениями функции принадлежности $(\mu_{ij}) \notin 0,1$:

$$\exists_{ij} - TR_{ij} - (\mu_{ij}) \notin 0,1$$

Деталь при гибком проектировании техпроцесса будем представлять в виде набора поверхностей $\{P_i\}$, для каждой поверхности P_i определено нечеткое множество методов обработки $\{mo_i\}$ с соответствующими значениями функции принадлежности μ . Коэффициент β учитывает влияние взаимосвязей поверхностей при выборе метода обработки, коэффициент λ учитывает себестоимость изготовления детали при выборе метода обработки.

Гибкая технология проектирования позволяет осуществлять проектирование и доработку ТП деталей приборов с учетом изменения вектора производственных ограничений Z и вектора технических условий на деталь XD при незначительных дополнительных затратах времени не в ущерб качеству проектируемого техпроцесса.

Поскольку ограничения в задачах проектирования носят логический характер, для поддержки принятия технологических решений целесообразно использовать аппарат нечеткой логики и нечеткие математические модели конструкторско-технологических объектов.

Ключевые слова: гибкое проектирование, технологический процесс, деталь прибора, метод обработки, нечеткое множество.

УДК 621.9.01

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ОТКАЗОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ

ИНСТРУМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Деревянченко А.Г., Бовнегра Л.В., Ткачук В.В., Демин А.В., Одесский национальный
технический университет, г. Одесса, Украина*

Накопление дефектов режущей части (РЧ) инструментов (РИ) в процессе их изнашивания приводит к возникновению постепенных или внезапных, обратимых либо необратимых отказов. Для металлорежущего оборудования производств уровня СІМ очевидна необходимость своевременного выявления, локализации места проявления в структуре РЧ и распознавания класса дефектов РИ. Получение подобной диагностической информации для нескольких состояний РЧ в начальный период эксплуатации РИ обеспечивает возможность определения и идентификации модели отказа динамической системы элементов РЧ. Это позволяет управлять станком «по состоянию РИ» и прогнозировать остаточный ресурс инструмента, т.е. момент его замены.

Проведены исследования приемлемости различных средств распознавания для диагностирования состояний РЧ – метода эталонов, статистических методов, кластерного анализа, нейронных сетей. В качестве контрольной точки системы элементов РЧ токарных резцов принята задняя поверхность (ЗП) РИ, зона износа которой регистрируется цифровой телекамерой. После фильтрации и предобработки изображения ЗП происходит выделение его контура.

Выделено 6 классов состояний ЗП, обусловленных топографией зоны износа и ее текстурой, т.е. присутствием таких дефектов, как концентрированный износ, проточки, следы адгезионных вырывов и др. Диагностическими признаками служили нормированные геометрические параметры контуров ЗП и дефектов: кривизна контура; форм-фактор и др.

Исследования показали преимущество нейронных сетей (НС) по сравнению с другими методами распознавания, т.к. они обеспечивают получение более высокого качества диагностирования (большее значение процента правильного распознавания класса дефектов РЧ).

Построены НС различной сложности: одно- и многослойные, с различным количеством нейронов в слоях.

Исследованы различные методы обучения НС и их влияние на качество распознавания.

В настоящее время к решению задачи широко привлекаются: математический аппарат вейвлет – анализа, элементы теории нечетких множеств, генетические алгоритмы.

Предварительные результаты свидетельствуют о перспективности использования принятого подхода для автоматического распознавания отказов РЧ РИ.

Ключевые слова: дефекты режущей части, распознавание, диагностирование, нейронные сети.

УДК 621.9.025:621.762

НАНЕСЕННЯ ВАКУУМ-ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕТАЛІ ПРИЛАДІВ ТА МАШИН

*Болейко М.Б., Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут”, м. Київ, Україна*

Нанесення захисних покриттів – це перспективний підхід до підвищення працездатності деталей приладів, машин та різального інструменту, який дозволяє знизити витрати дорогих та дефіцитних матеріалів, використання запчастин, витрати на ремонт та заміну зношених деталей. Одним з сучасних методів нанесення покриттів є вакуум-плазмовий метод. Цей метод дозволяє підвищити мікротвердість та міцність поверхневих шарів деталей приладів, машин та інструменту і широко застосовується для плазмохімічного синтезу нових речовин на основі газів-реагентів та елементів IV – VI групи періодичної системи елементів. При нанесенні покриттів за вакуум-плазмовим методом склад, структура та властивості отриманих покриттів перебувають в залежності від параметрів нанесення.

Метою дослідження було підвищити мікротвердість та покращити структури вакуум-плазмових покриттів за рахунок управління параметрами їхнього нанесення.

Для проведення досліджень на зразки з титанового сплаву ВТ-20 вакуум-плазмовим методом на установці ННВ-6,6-ІІ “Булат” наносились захисні покриття трьох видів: TiN, Ti(CN), (TiAl)N. В ході нанесення покриттів варіювались такі параметри процесу, як час іонного очищення, товщина покриття та тиск реакційного газу.

Вивчалась мікроструктура покриттів. Виявлено, що мікроструктура покриттів є суцільною, без пор та неоднорідностей. Нанесені шари покриттів не мають тріщин.

Мікротвердість покриттів вимірювалась за допомогою приладу ПМТ-3 з навантаженням 200 г. Максимальна мікротвердість нітридтитанового покриття становила 10180 МПа, покриття Ti(CN) - 12676 МПа, мікротвердість покриття (TiAl)N була найвищою і становила 20768 МПа. Так як мікротвердість сплаву ВТ-20 без покриття дорівнювала 4680 МПа, зроблено висновок, що нанесення кожного покриття з зазначених трьох видів забезпечує зміцнення поверхні. Найбільше зміцнення поверхні забезпечує покриття (TiAl)N.

Таким чином виявлено, що вакуум-плазмові покриття, нанесені за наведених вище режимів, є однорідними та не мають тріщин. Показано, що нанесення вакуум-плазмових покриттів видів TiN, Ti(CN), (TiAl)N зміцнює оброблювану поверхню. В ході дослідження отримано залежності мікротвердості нанесених покриттів від параметрів нанесення.

Ключові слова: захисні покриття, вакуум-плазмовий метод, параметри нанесення, мікроструктура, мікротвердість.

УДК 621.9:658.512

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ГРУПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

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

У сучасному машино- і приладобудуванні велика увага приділяється технологічним процесам виготовлення деталей і складання виробів. Треба підкреслити різноманітність виготовлюваних деталей та матеріалів, що використовуються. У зв'язку з цим при виготовленні приладів застосовується багато різних по характеру й принципу методів обробки, що викликає складності при автоматизації процесу розробки технологічного процесу.

На даний момент розроблено багато систем технологічної підготовки виробництва. Найкраще з точки зору економічної ефективності та швидкості розробки зарекомендували себе системи, які працюють з груповими та типовими технологіями, запозиченням технологічних процесів та їх корегуванням.

Усі системи використовують формалізований опис деталей, код або математичні моделі різного ступеню деталізації та інформативності. Особливо це стосується систем автоматичного проектування, що реалізуються із застосуванням обчислювальної техніки.

Дана робота пропонує методику розробки маршруту виготовлення деталей приладів на основі групової технології та метода запозичення. Згідно цій методиці розроблена математична модель деталі. Модель створена на основі конструкторського й технологічного класифікаторів деталей. Вона містить опис конструкції деталі, її технологічні особливості, такі як габаритні розміри, матеріал, вид термообробки, вимоги до точності й чистоти поверхонь, а також відомості про наявність тих чи інших конструктивних елементів, їх вид та особливості згідно з розробленою системою кодування.

По конструктивним ознакам деталь однозначно відноситься до однієї з груп конструкторської класифікації, після чого з множини деталей, наявних у базі даних, вибирається найближча за формою та технологічними особливостями деталь. Деталь може бути узагальненою груповою або реальною. При виборі деталі - аналога використовуються математичні методи кластерного аналізу, а саме такі міри близькості: хемінгова та евклідова відстань, відстань Мінковського та інші. Знайдений технологічний процес підлягає автоматичному налаштуванню, після чого корегується й настраюється вручну. Автоматичне налаштування передбачає призначення виду обробки в залежності від технологічних вимог до деталі та її елементів.

Ключові слова: технологічна підготовка, деталь, технологічний процес, групова технологія, класифікація.

УДК 621.382.822

МОНІТОРИНГ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕСТОВИХ СТРУКТУР В ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОГО РІВНЯ

*Новосядлий С.П., Бережанський В.М., Іванюк Р.М., Прикарпатський національний
університет ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна*

Надійність РЕА значною мірою залежить як від контролю її технічного стану в процесі виготовлення і експлуатації, так і від контролю керованості якістю виробів ще на стадії формування структур ВІС. Аналітичні методи контролю субмікронної технології ВІС є базовим принципом в забезпеченні їх високої якості та надійності ще на стадії формування структур. Основною технологічною схемою виготовлення структур ВІС є маршрут їх формування на основі планарно-епітаксійної або МОН-технології, побудованих на принципі групових (індивідуальних) процесів виготовлення структур. У базових процесах виробництва ВІС широко застосовуються тонкоплівкові діелектричні шари (100-250 Å), епітаксійні структури із захованими шарами, сформованих дифузійним чи іонним легуванням, тонкі і товсті локальні або міжшарові діелектричні плівки (0,3-1,2 мкм) та ін. Це відповідно вимагає високопрецизійного аналітичного контролю всіх операцій формування структур.

Важливе місце в виробництві структур ВІС належить експрес-контролю технологічних операцій з використанням моніторингу фізико-хімічних методів аналізу, за допомогою яких мінімізується дисперсія електрофізичних і електричних параметрів ВІС і забезпечується мінімальна дефектність шарів. Можна виділити чотири напрямки застосування експериментальних методів для вирішення різних проблем, які виникають в технології виготовлення структур ВІС: дослідження морфології і топології, хімічний аналіз, дослідження кристалічної структури і механічних властивостей, електричне топографування і фізична діагностика з метою локалізації підвищених струмів втрат і місць локального пробою.

Один з методів, який використовується в субмікронній технології ВІС для вирішення цих задач є тестовий контроль (ТК), що вирішує дані задачі контролю і досліджень процесів і структур за допомогою даних про електрофізичні та електричні параметри тестового контролю. Область застосування ТК поширюється на всі етапи проектування топології ВІС, розробки її технології та виготовлення структур кристалів. Тестову структуру (ТС) визначають як певний мікроелектронний прилад, яку використовують для вимірювання електрофізичних параметрів фізичної структури. ТС поділяють на: ТС для оцінки густини дефектів; для визначення електрофізичних параметрів; для оцінки фотолітографічних і плазмохімічних процесів; для оцінки і прогнозування електричних параметрів структур ВІС. Для одержання високих техніко-економічних показників ВІС в склад ТС повинні входити всі елементи, з яких формується ВІС. Проведено аналіз за допомогою ТС методів

оцінки зсуву двох провідних шарів, а на МОН-конденсаторі оцінено час життя носіїв заряду.

Література

1. Новосядлий С. П. Фізико-технологічні основи субмікронних технологій ВІС.-Івано-Франківськ.-2003.-Сімик.-351с.

Ключові слова: тестовий контроль (ТК), тестова структура (ТС), електрофізичні та електричні параметри тестового контролю.

УДК 621.9.01

ДИАГНОСТИКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ

*Шевченко В.В., Любас А.В., Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

На современном этапе развития производства приборов широкое применение находят автоматические линии и гибкие производственные системы. В таких условиях вопросы диагностики и управления процессом обработки приборов имеют высокую степень актуальности.

Для повышения эффективности обработки деталей приборов необходимо решить следующие задачи:

1. Определить стойкость режущего инструмента на основе электромагнитных сигналов.
2. Определить оптимальные режимы обработки деталей приборов.
3. Предотвратить аварийные ситуации при обработке деталей приборов.

Для решения этих задач используется информация, которая непосредственно связана с физическими явлениями, сопровождающими процесс резания. В данной ситуации необходимо использовать взаимосвязь электромагнитного сигнала, полученного в момент врезания режущего инструмента в деталь, со стойкостью режущего инструмента. ЭДС резания, полученная в этот момент, не имеет никаких ошибок, потому что сигналы возникают только между кромкой инструмента и деталью.

Измеряют электромагнитный сигнал с помощью устройства, которое состоит из магнитного тороидального феритового сердечника, установленного в резцедержателе. После измерения, сигнал обрабатывается, определяется стойкость режущего инструмента, и вносятся соответствующие изменения режимов резания.

На основании диагностики работоспособности режущего инструмента, возможно, значительно увеличить степень надежности процесса обработки деталей приборов, что в свою очередь позволит снизить количество аварийных ситуаций возникающих в процессе резания.

Данный подход к решению поставленной задачи позволяет повысить качество обработки деталей приборов, снизить себестоимость изготовления и

повысить производительность. Использование этого метода дает возможность значительно сократить количество поломок режущего инструмента и брак деталей приборов.

Ключевые слова: стойкость инструмента, электромагнитный сигнал, диагностика работоспособности инструмента, ЭДС резания, процесс резания.

УДК 620.179.14(088.8)

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ МЕХАНООБРАБОТКИ

*Остафьев В.А., Диордица И.Н., Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

Для поддержания надлежащего качества технологического процесса необходимо постоянное наблюдение за состоянием инструмента, детали, станка и другого технологического оборудования. Основными параметрами, которые подлежат постоянному текущему контролю, являются размер изделия и степень износа инструмента, а также значительные отклонения этих параметров от монотонных изменений на общем фоне.

На основании многочисленных исследований известно, что любой процесс резания металлов сопровождается виброакустическими процессами, обусловленными как динамическими свойствами упругой системы ТОС, так и динамическими свойствами самой зоны резания.

Существуют два аспекта динамики процесса резания. Один из них-это проблема определения границ устойчивости процесса резания, объектом которой является исследование самовозбуждающихся колебаний, приводящих к ухудшению технико-экономических показателей процесса резания и качества обработки. Второй - виброакустика процесса резания, на основании которой осуществляется контроль и управление процессом металлообработки.

Преимущества же виброакустического сигнала заключается в том что используемые пьезоакселерометры которые легко крепятся вблизи зоны резания и дают надежную информацию как размерах детали так и состояния режущего инструмента. В отличии от электромагнитных и электрических измерений возможно контролировать обработку композиционных материалов а также токопроводящих материалов и др.не токопроводящих материалов, а также токопроводящих материалов обрабатываемых алмазными, керамическими резцами и резцами с твердосплавными пластинками с многослойными покрытиями. Виброакустический метод быстро дает рекомендации для определения оптимальных режимов резания на основе эффективного измерения износа новых видов твердосплавных пластин. В приборостроении предъявляются в первую очередь высокие требования к точности деталей, поэтому главным фактором является размерный износ

инструмента, погрешность измерения которого у виброакустических методов менее 1 мкм.

Это, и ряд других обстоятельств, обеспечивает перспективу и актуальность использования виброакустического сигнала для контроля и управления процессом металлообработки.

Ключевые слова: виброакустика, контроль, точность

УДК 621:681.3

ФОРМАЛІЗАЦІЯ СТАНУ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ПРИ МЕХАНООБРОБЦІ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

*Тимчик Г.С., Скицюк В.І., Клочко М.М., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Підвищення точності виготовлення деталей приладів в умовах гнучкого виробництва є актуальною проблемою в сучасному приладобудуванні. Метою роботи є створення засад дії системи оцінки точності виготовлення прецизійних деталей при токарній обробці на верстатах з системою CNC.

Запропоновано оцінку параметрів якості виготовлення, що характеризують формотворення поверхні, тобто похибки параметрів шорсткості поверхні, відхилення від номінального розміру деталі, за плинною зміною сигналів, котрі ідентифікують динаміку процесу різання.

Для реєстрації сигналів, які надходять від технологічного обладнання, пропонується новий за власними якостями чутник. Аналіз вихідних сигналів чутника, тобто АЧХ сигналу, надає можливості визначення стадій процесу різання, ситуацій, які виникають внаслідок порушення нормальних умов різання, при застосуванні методу вейвлет-аналізу сигналів.

Для формалізації стану різального інструмента пропонується задавати динамічну тримірну матрицю за параметрами амплітуди, частоти сигналу та часу різання із заданим кроком дискретизації Δn_j . Тобто аналіз отриманої плинної матриці надає повний інформаційний образ сигналу та плинного процесу під час обробки з врахуванням стійкості конкретного типу різального інструмента. Апріорні дані, що формуються з врахуванням технологічних вимог до виготовлення конкретної деталі містять у розробленій базі даних, з якими порівнюються отримані значення плинного сигналу. Крок дискретизації повинний з врахуванням конкретно заданих режимів визначати повтор оцінки параметру деталі.

Вихідні дані, тобто результати цього порівняння надходять у базу для подальшої обробки та зберігання, архівації, що є предметом для формування бази знань. Отримані результати надають можливість застосування формалізованих технологічних операцій із застосуванням варіацій технологічного обладнання, режимів різання тощо.

Формалізація попередніх даних про технологічний процес враховує параметри технологічного процесу, тип різального інструмента, умови обробки деталі, використовуючи отримані значення. Такий підхід забезпечує підвищення оцінки плинної точності виготовлення прецизійної деталі в умовах CNC-систем.

Ключові слова: тримірна матриця, формалізація, різальний інструмент, аналіз ситуації процесу різання.

УДК 621.9.02.554.4

ВПЛИВ ЗНОСОСТІЙКОГО ПОКРИТТЯ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Антонюк В.С., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Серед шляхів підвищення працездатності різального інструменту все більше застосування знаходить формування зносостійких покриттів на його поверхні. Одним з механізмів впливу покриття та його параметрів на підвищення ефективності процесу різання є зміна напружено-деформованого стану системи “покриття основа”.

Застосування скінченно-елементної моделі дозволило отримати напруження для робочої частини різального інструменту з суцільними покриттями та покриттями дискретного типу і порівняти їх з такими, що виникають в інструменті без покриття.

Отримані результати показали, що нанесення зміцнюючого покриття викликає зміну напруженого стану на поверхні різального інструменту. Застосування покриттів дискретного типу характеризується зростанням еквівалентних напружень на поверхні дискретних ділянок. При цьому, ділянки різального інструменту, вільні від дискретного покриття, виявляються розвантаженими (рис.1,а). Врахування залишкових напружень, які для покриттів дискретного типу є значно меншими, ніж для суцільних покриттів призведе до зменшення еквівалентних напружень.

Нанесення суцільного зміцнюючого покриття викликає перерозподіл еквівалентних напружень по глибині основи порівняно з напруженнями, які виникають в різальному інструменті без покриття. При нанесенні суцільного покриття саме воно сприймає на себе навантаження. Еквівалентні та дотичні напруження в інструменті з суцільним покриттям зменшуються порівняно з напруженнями в основі без покриття.

Для інструменту з покриттям дискретного типу значення цих напружень знаходяться між величинами напружень для основи без покриття та з суцільним покриттям (рис.1б). Максимум напружень в результаті впливу дотичних сил наближається з глибини до поверхні адгезійного контакту, але досягається на

глибині, яка значно перевищує товщину захисного покриття, що дозволяє збільшити товщину покриття (рис.1 в).

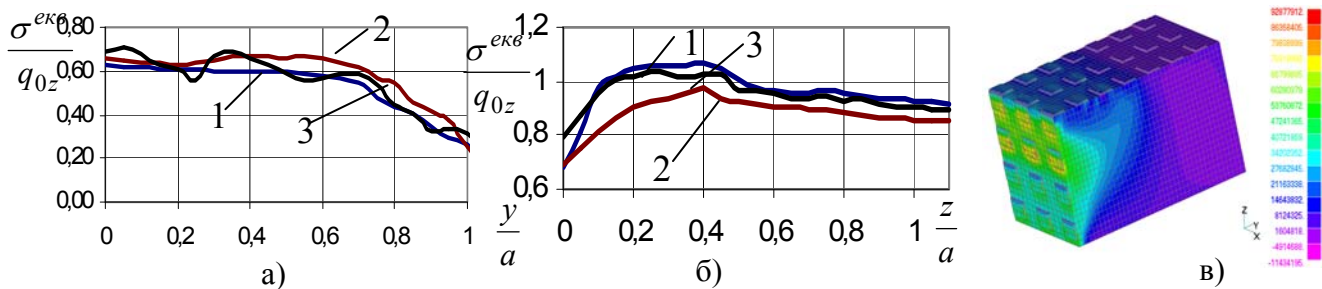


Рисунок 1 – Залежність еквівалентних напружень на поверхні (а) та в основі (б) різального інструменту з Р6М5 при відсутності покриття (1) та з суцільним (2) і дискретним (3) покриттями TiN товщиною 10 мкм при силовому контактному і дотичному навантаженні з урахуванням коефіцієнту тертя $\mu = 0,4$, а також розподіл дотичних напружень (в) в інструменті з покриттями дискретного типу.

Отримані результати дозволяють прогнозувати напруження, які виникають в різальному інструменті при застосуванні різних типів конструкції покриттів, а також зробити висновок про ефективність застосування зносостійких покриттів дискретного типу.

Ключові слова: різальний інструмент, покриття, напружено-деформований стан.

УДК 621:638.3

ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

Кривинский В., Инженерная Компания ТЕХНОПОЛИС, г. Киев, Украина

В современных конкурентных условиях дальнейшее повышение эффективности процессов разработки, технологической подготовки и изготовления изделий невозможно без внедрения системы управления данными об изделии (PDM) и электронного документооборота, а также САПР технологических процессов, и создании полнофункциональной интегрированной информационной системы разработки продукта, включая интеграцию с системой управления предприятием (ERP).

Наш подход базируется на рассмотрении множества существующих на предприятии бизнес-процессов как единого процесса, основанного на интегрированной информационно-методической базе – системе поддержки и управления процессом разработки Windchill и автоматизированных

технологиях: проектирования Pro/ENGINEER, инженерного анализа ANSYS, MSC.visualNASTRAN и технологической подготовки производства Technopro, Techcard, АСТЭПП.

Целью единого бизнес–процесса является установление процедур применения инженерно-технических данных (далее ИТД) во всех службах предприятия, использующих таковые в своей деятельности. К таким процедурам относятся, например: обработка запроса Заказчика, разработка технико-коммерческого предложения, разработка и управление конструкторской и технологической документацией, процедуры применения ИТД в работе Планово-диспетчерского управления и Финансового управления. Вся информация, порождаемая в рамках единого бизнес-процесса, организуется в виде проектов, логически связанных с конкретным заказом Заказчика.

Проект – это совокупность работ, распределенных между подразделениями и специалистами предприятия с указанием графика выполнения каждого этапа и логики выполнения, а также взаимосвязь с ИТД по изделию в рамках проекта.

Таким образом, применение технологии Windchill позволит перейти к "проектно-ориентированному" ведению работ с централизованным хранением всей взаимосвязанной информации и работой всех подразделений в общей рабочей области проекта.

В процессе реализации проекта по внедрению Windchill системы проводится диагностика процессов проектирования и управления при производстве изделий на предприятии. На основании данной диагностики специалистами компании ТЕХНОПОЛИС разрабатывается комплекс организационных и методических мероприятий для повышения эффективности работы основанный как на имеющемся успешном опыте выполненных проектов, так и на внедрении новых методов ведения проектных работ и организации совместной работы подразделений, составляется детальный план-график выполнения работ и детализированная спецификация внедряемых программно-технических средств информационной системы разработки изделий, САПР и технологической подготовки производства.

В отличие от существующих систем управления предприятием (ERP), интегральная система разработки изделий Windchill имеет высокую степень готовности к эксплуатации, что позволяет в сжатые сроки (от 4 до 8 месяцев) начать получать отдачу от внедрения системы.

В таблице приведен экономический эффект от внедрения интегральной системы разработки и сопровождения изделий на базе программного обеспечения Windchill и Pro/ENGINEER для различных процессов.

Ключевые слова: программное обеспечение, САПР ТП, технологическая подготовка производства, Pro/ENGINEER.

Таблица – Экономический эффект от внедрения интегральной системы разработки и сопровождения изделий

№	Вид процесса	% экономии
	Pro/ENGINEER и системы инженерного анализа	
1.	Разработка изделия и выпуск конструкторской документации	30%
2.	Инженерный анализ	60%
3.	Технологическая подготовка производства	40%
4.	Снижение себестоимости изделий	35%
5.	Создание модификаций, корректировка, изменения	85%
	Windchill	
6.	Сокращение времени разработки за счет более эффективного взаимодействия	40%
7.	Сокращение объема данных	30%
8.	Исключение демонстрационных физических прототипов	70%
9.	Сокращение командировочных и представительских расходов	50%
10.	Сокращение ошибок в производстве	50%
11.	Передача данных в системы управления предприятием и технологической подготовки производства	80%

Инженерная Компания
ТЕХНОПОЛИС

01011, Киев, пер. Кутузова, 3
Тел. 044 280-3118 Факс 044 288-8576
e-mail: cad@tpolis.com
<http://www.tpolis.com>