

СЕКЦІЯ 3
ПРОЦЕСИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ, МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЇХ
КОНТРОЛЮ

УДК 621.924

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА)**

*Никитчук О.О., Гнатейко Н.В., Румбешта В.О., Національний технічний університет
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Відомо, що виникнення динамічних явищ в технологічній обробляючій системі (ТОС) при механообробці (МО) є наслідком енергетичної нестійкості самого процесу різання і пружної податливості обробляючої системи.

Нами дослідженні причини нестійкості характеристик процесу МО (ПМО) при точінні. Встановлено, що початковою причиною виникнення динамічних явищ – віброколивальних – в ТОС є нестабільність величини сили різання, її динамічна складова.

Динамічна складова сили різання через інструмент і деталь розгойдує робочі елементи пружно-дисепативної системи верстата, збуджуючи в ній динамічний фронт у вигляді автоколивального процесу. Таким чином, під час МО в ТОС з’являються два динамічних фронти: від динаміки процесу різання і автоколивального процесу пружної системи верстата. Кожен з них формується своїми збуджуючими факторами з різними частотно-часовими характеристиками та енергетичними рівнями. Ці фактори складаються в зоні контакту різального інструменту і деталі, утворюючи спектр коливальних процесів зі своїми амплітудно-частотними характеристиками. Низькочастотні квазіперіодичні коливання призводять до взаємного зсуву інструмента і деталі, утворюючи геометричні похибки обробки, високочастотні - утворюють на оброблюваній поверхні деталі мікрогеометрію.

Встановлено, що під час МО в системі протидіють два динамічних фронти - загальний сумарний вектор динамічних сил різання і динамічний сумарний вектор сил пружних коливань елементів верстата. При співпаданні векторів сил за направленням і часом, динамічні явища в ТОС зростають, настає резонанс і втрата стійкості ПМО. Якщо добитися протидії векторів сил, можна динамічні процеси в ТОС зменшити за принципом взаємного гасіння коливань, що стабілізує ТОС.

Експериментально підтверджено, що фазово-частотними характеристиками процесу різання можна управляти в процесі МО, змінюючи швидкість різання. Динамічні процеси в ТОС більш інертні до таких змін. Це дозволяє отримати за рахунок визначеного фазового зсуву основної гармоніки коливань сили різання протидію двох динамічних процесів в ПМО і ТОС і стабілізувати ТОС.

Нами розроблена методика стабілізації ПМО за принципом протифазового гасіння динамічних явищ в ТОС; створена автоматична пошукова система стабілізації ТОС и управління якістю ПМО.

Ключові слова: динамічна стабілізація, токарний верстат.

УДК 536.2:536.42:532.66

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИБКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

¹⁾Лапа М.В., ²⁾Глоба Л.С., ¹⁾Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», г. Харьков, Украина; ²⁾Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

В настоящее время производство на приборостроительных и машиностроительных предприятиях Украины носит мелкосерийный характер. Моральный срок жизни прибора составляет 2-3 года, изделий в машиностроении – 5-10 лет. Существующие САПР не обладают технологической гибкостью, которая необходима для мелкосерийного производства, нет возможности оперативно реагировать на изменение условий производства и требований заказчика. Мелкосерийное производство приборов характеризуется большой номенклатурой изделий, существенной разницей в технологических маршрутах изделий, большим количеством потребителей, срочностью выполнения заказов с возможными индивидуальными требованиями, жесткостью сроков освоения новой продукции, большим удельным весом этапа технической подготовки производства. В связи с этим целью статьи является рассмотрение современных подходов к автоматизации гибкого проектирования технологических процессов изготовления деталей приборов на основе математического аппарата нечеткой логики и использования нечетких экспертных правил для обеспечения требуемого качества обработки деталей за счет введения многовариантности технологических решений с учетом динамики изменения производственных условий и технико-экономических показателей производства.

Гибкое проектирование технологических процессов изготовления деталей производится с использованием детали-аналога. Классификацию конструкторско-технологических объектов – деталей-аналогов предлагается осуществлять следующим образом. Класс деталей-аналогов будем представлять в виде тройки $DA(\mathcal{Y}_k, Z_k, \mathcal{Y}_n)$, где $\mathcal{Y}_k$ – множество ключевых свойств, Z_k – множество значений ключевых свойств, $\mathcal{Y}_n$ – множество индивидуальных свойств.

Алгоритм гибкого проектирования техпроцессов изготовления деталей рассматривается как мета-стратегия, в рамках которой существуют различные подстратегии, которые применяются при необходимости решения отдельных

подзадач гнбкого проєктировня, таких как конструкторские изменения, изменения партии, замена материала, замена оборудования.

Важной подзадачей является создание метода формирования конструкторско-технологических правил выбора схем технологической обработки с учетом точности и качества поверхности для создания базы конструкторско-технологических знаний предприятия. Предлагается использовать интеллектуальные методы обеспечения качества обработки поверхностей детали.

Ключевые слова: деталь прибора, гибкое проектирование технологических процессов, деталь-аналог, мелкосерийное производство.

УДК 620.179.14(088.8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРИСУТНОСТІ ДЕТАЛІ ТА ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ

*Тимчик Г.С., Скицюк В.І., Кінаресв М.С., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Для технологічних задач металообробки існує досить складна задача визначення форми електромагнітного поля деталі та інструменту, а також наслідків їх взаємодії. Моделювання цих полів та їх дослідна перевірка надають можливість створити систему контролю руху інструменту і, як наслідок, контролювати точність виготовлення деталі та її параметрів.

Основні засади досліджень полягають у тому, що деталь або інструмент при імітації їх електромагнітного поля присутності можливо замінити провідником з струмом, оскільки навколо будь-якого провідника з струмом i існує магнітне поле, яке характеризується двома векторними величинами – магнітною індукцією $\vec{B}$ та напруженістю магнітного поля $\vec{H}$. Якщо матеріал провідника та середовище навколо нього ізотропні, то магнітна індукція і напруженість магнітного поля зв’язані співвідношенням:

$$\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{H} \quad (1)$$

де $\mu_0 = 0,4 \pi$ мкГн/м – магнітна постійна; μ_r – відносна магнітна проникність деталі, тобто існує можливість, спираючись на магнітні властивості матеріалу, визначати його недоліки та ідентифікувати за формою

У диференційній формі залежність між магнітною індукцією та щільністю струму для магнітно – поляризованих середовищ визначається виразом:

$$d\vec{B} = \mu_0 \frac{\vec{J} \times \vec{a}_0}{4\pi a^2} dv \quad (2)$$

де J – щільність струму в елементарному об’ємі dv провідника; $\vec{a}_0$ – одиничний вектор, що визначає взаємне розміщення елементарного об’єму та точки, в якій визначається потужність магнітного поля.

Інтегрування в об'ємі провідника, визначає магнітну індукцію B у точці спостереження. Сукупність крапок у магнітному полі, в якому напрям вектора магнітної індукції співпадає з дотичною до кривої, що з'єднує ці точки, утворює неперервні магнітні лінії.

Ключові слова: металообробка, деталь, інструмент, магнітне поле, магнітна індукція, напруженість магнітного поля.

УДК 681:513

УЩІЛЬНЕНЕ КОМПОНУВАННЯ ТОПОЛОГІЇ ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ МЕТОДОМ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ РЕТРАКЦІЇ

*Богданович А.Р., Петрович Н.С., Прикарпатський національний університет ім. Василя
Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна*

При проектуванні топології інтегральних схем виникає надлишкова площа. Задача мінімізації площі полягає в доведенні до мінімуму різниці загальної площі кристалу та площі, зайнятої блоками і провідниками.

За допомогою методу рухомого перерізу можна визначити усі домени – прямокутники з однаковою кратністю покриття, а також незайняті площі по вертикалі у всіх технологічних шарах. Назвемо прямокутники, які не зайняті топологією, доменами нульової кратності (ДНК). Отже, перший етап задачі ущільнення топології зводиться до вилучення доменів нульової кратності. Рухаючись по всіх координатних клітках за методом «бітової карти», вирізаємо всередині кожного ДНК деяку відмічену точку і задаємо деформаційну ретракцію з цієї точки на край ДНК як відображення по радіусах (тобто задаємо неперервну деформацію, яка залишає нерухомими усі точки краю, а решту точок відображає вздовж радіуса на край прямокутника). Зробимо так по всіх ДНК, причому для сусідніх ДНК, які мають спільною границею хоча би відрізок, деформаційна ретракція поширюється на край всього об'єднання. В комбінаторній топології такий метод називається «видавлюванням триангуляції» (кожний прямокутник можна подати як об'єднання двох трикутників, що мають спільну сторону). Зауважимо, що метод «деформаційної ретракції» не порушує топології трас. Другий етап зводиться до застосування таких методів ущільнення топології як «шлях деформації», тобто переміщення блоків в ортогональних напрямках вздовж трас без порушення топології трас та числа перетинів між блоками, або методу найдовшого шляху – стиснення топології як по горизонталі так і по вертикалі до тих пір, поки найдовший шлях уже не може бути модифікований [1].

Отже, метод деформаційної ретракції «вирізає» незайняту площу і дає можливість для застосовування інших методів ущільнення топології. Якщо в методі «бітової карти» задавати дрібнішу координатну сітку, то після застосування методів «деформаційної ретракції», «найдовшого шляху» та

«шляху деформації» одержимо щільнішу упаковку топології інтегральної схеми за рахунок «вирізання» більшого числа доменів нульової кратності.

Ключові слова: ущільнення топології, деформаційна ретракція, метод рухомого перерізу, домени нульової кратності, метод «найдовшого шляху», метод «шлях деформації».

Література

1. Проектирование СБИС: Пер. с япон. /Ватанабэ М., Асада К., Оцуки Т. – М.: Мир, 1988. – 304 с.

УДК 621.9.01

КОНТРОЛЬ СТАНУ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ

*Шевченко В.В., Любас А.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Для створення токарних гнучких виробничих модулів (ГВМ) необхідний надійний контроль стану різального інструменту з подальшою його заміною на резервний. Реалізація контролю стану різального інструменту дозволяє підвищити надійність процесу металообробки (завдяки змозі визначення правильності протікання процесу та автоматичному встановленні працездатності верстата при відмовах різального інструменту), покращити якість обробки і скоротити кількість бракованих деталей, зменшити витрати різального інструменту, запобігти поломці механізмів та вузлів верстата, підвищити режими обробки, організувати процес обробки без участі оператора.

Автоматичний контроль стану різального інструменту здійснюється прямими та дотичними способами вимірювання: в першому випадку вимірюється безпосередньо величина зносу, в другому — параметр, пов'язаний зі зносом інструменту. Для вимірювання даного параметру можуть використовуватися оптичні, електричні, механічні, акустичні, пневматичні та інші пристрої.

В процесі обробки деталей різанням, крім ЕРС різання, генерованої в зоні контакту “різальний інструмент-оброблювана деталь” і “різальний інструмент-стружка”, виникає також термо-ЕРС в місті контакту різальної пластини з різцетримачем та підкладкою. Нагрівання цих зон контакту може призвести до появи достатньо великих термо-ЕРС, зменшуючи в сумарному сигналі долю ЕРС різання, що погіршує точність контролю стану різального інструменту. Тому про стан ріжучого інструменту по ЕРС різання доцільно судити по значенням ЕРС різання, які отримані в момент врзання, коли “паразитні” термо-ЕРС ще несуттєві.

Конструктивно достатньо просто реалізується контроль інструмента по ЕРС різання, тому що датчик для контролю досить легко розмістити без будь-яких

вимірювальних перетворювачів, встроєння яких може викликати конструктивні труднощі або знизити універсальність верстата.

Програмно найбільш просто реалізується контроль по результатам порівняння отриманого сигналу і максимального допустимого значення контролюємого сигналу.

Для реалізації методу контролю стану різального інструмента, по ЕРС різання, необхідно створити базу даних, яка б містила в собі інформацію про значення граничних величин сигналу для різних пар “інструмент-деталь”.

Ключові слова: ЕРС різання, різальний інструмент, термо-ЕРС, момент врізання, контроль стану різального інструменту, знос інструменту.

УДК 621.539.4

РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗНОСОСТІЙКОГО ПОКРИТТЯ

Панівко В.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

В промисловості широко застосовуються матеріали зі зносостійкими покриттями. В процесі експлуатації матеріалів з покриттями, останні можуть руйнуватися внаслідок когезійного розтріскування, що виникає в результаті утворення зон розтягу в умовах зовнішнього навантаження поверхні нормальними до неї силами.

Метою роботи є встановлення параметрів покриття, які дозволяють знизити ймовірність його когезійного розтріскування покриття нормальними силами.

Для цього дискретну ділянку покриття розглядаємо як балку, довжиною l та товщиною h , на пружній основі з жорстко затиснутими кінцями. В центрі ділянки прикладено одиничне навантаження P_z , що діє в напрямку вісі z .

Внаслідок навантаження дискретної ділянки на крайових точках цієї ділянки виникають зони розтягу, величина яких залежить від параметрів дискретної ділянки, а саме співвідношення модулів пружності в системі основа покриття та лінійних розмірів.

В роботі розглянуто співвідношення модулів пружності для системи: швидкорізальна сталь Р6М5: $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – твердий сплав ВК8: $E = 7,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Для цих параметрів було визначено що, чим менше співвідношення тим менше зона розтягу. При відношенні $l/h=7$ зона розтягнення зникає, переходячи в зону стиску. Проте, зі зменшенням співвідношення l/h в центрі дискретної ділянки відбувається збільшення нормальних напружень. Максимального значення нормальні напруження досягають при значенні $l/h=4$.

Таким чином можна зробити висновок що оптимальним розмір дискретної ділянки покриття буде при співвідношенні $5 \leq l/h \leq 6$.

Проведені розрахунки показують, що в залежності від пружних властивостей основи та покриття, існує можливість визначення розміру дискретної ділянки, що дозволить забезпечити деформацію покриття при якій відсутнє когезій не розтріскування, а також мінімізувати максимальні нормальні напруженні в центрі дискретної ділянки.

Ключові слова: зносостійке покриття, дискретна ділянка, навантаження.

УДК 681.2:51-7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Почтарь Ю.А., Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

Сейчас сложно найти область деятельности человека, где нейронные сети не нашли бы своего применения. В последнее десятилетие интерес к ним резко возрос. Этот интерес был вызван большими теоретическими и практическими достижениями в этой области. Благодаря развитию искусственных нейронных сетей появилась возможность решения машинами задач, которые раньше были подвластны лишь человеку. Алгоритм нейронной сети напоминает мыслительные процессы человека, способен обучаться, запоминать.

Целью данной работы является применение нейронных сетей для анализа технологической информации.

Одно из наиболее значимых свойств искусственных нейронных сетей – способность самонастраиваться, по заданным входным и выходным величинам. Это открывает возможность использования этих алгоритмов в широком спектре задач и очень облегчает их решение. Было разработано множество обучающих алгоритмов, каждый со своими сильными и слабыми сторонами. Для решения задач нашей отрасли был выбран алгоритм обратного распространения как наиболее оптимальный.

Применение разрабатываемой программы будет довольно широкое – это распознавание образов, прогнозирование, абстрагирование, обобщение. Она сможет решать такие практические задачи, как прогнозирование величины износа инструмента при заданных условиях, в то время как решение такой задачи требует построения сложной математической модели, учитывающей все заданные условия, классификация деталей по классам, по конструктивным признакам, подбору оптимальных условий обработки по техническим характеристикам детали и другие.

Искусственные нейронные сети являются важным расширением понятия вычисления. Они обещают создание автоматов, выполняющих функции, бывшие ранее исключительной прерогативой человека. Наша задача – максимально облегчить труд технолога, дать возможность человеку выполнять только творческую работу, перебросив монотонную работу на машину.

Ключевые слова: приборостроение, технологические системы, искусственные нейронные сети.

УДК 621.317.7

ПОВІРОЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

*Петрище М.О., Трофименко С.О., Шестаков А.Є., Державне підприємство
“Всеукраїнський науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та
захисту прав споживачів (Укрметртестстандарт)”, м. Київ, Україна*

На даний час в Україні спостерігається стабільний ріст виробництва лічильників електричної енергії (далі – лічильники).

Для проведення первинної повірки лічильників такої кількості приладів в якості робочих еталонів необхідно застосовувати високотехнологічні повірочні установок з можливістю одночасної перевірки великої кількості лічильників. Автоматизація повірки здійснюється шляхом використання в складі установок персональної електронно-обчислювальної машини, яка керує всіма робочими процедурами (від керування генератором при встановленні параметрів струму до обчислення похибок лічильників та друкування протоколів).

Одночасно слід зауважити, що при серійному виробництві лічильників є економічно нерентабельним проведення перевірки роботи без навантаження та порогу чутливості на тих самих автоматизованих повірочних установках, на яких проводиться визначення основної відносної лічильника, викликаной зміною струму навантаження.

Для перевірки відсутності самоходу та роботи без навантаження однофазних електронних лічильників пропонується використовувати максимально просту та дешеву установку (наведена на рисунку).

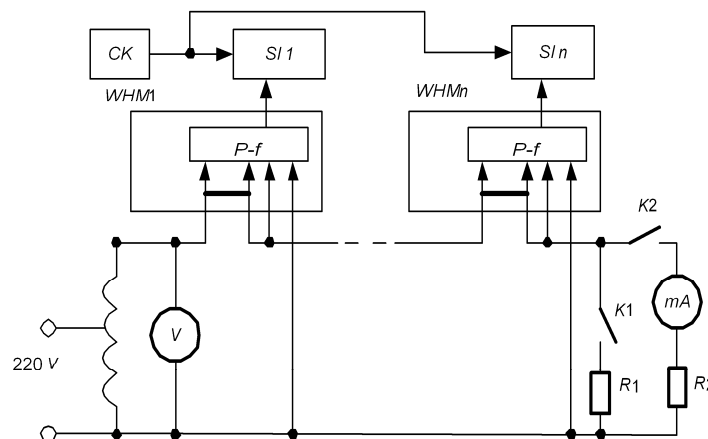


Рисунок – Установка для перевірки роботи без навантаження та порогу чутливості лічильників електроенергії.

Використання такої установки дозволяє економити до 40% часу при первинній повірці лічильників, що підтверджено в процесі її експлуатації на ЗАТ “Компанія Росток”.

Ключові слова: лічильник електричної енергії, повірка, повірочні установки.

УДК 681.2.002.72

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ

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

Автоматизация технологической подготовки производства является ключевым фактором обеспечения конкурентоспособности изделий в рыночных условиях. Быстрая подготовка производства для выпуска новой продукции и постоянной модернизации старой невозможна без автоматизации решения основных задач технологии.

История развития автоматизации проектирования технологии показывает, что заметное повышение уровня автоматизации, расширение функций и, соответственно, области применения систем автоматизированного проектирования может быть обеспечено путем формализации технологического процесса, который строится на основе изучения задач технологии с точки зрения их внутреннего содержания, определения закономерностей их решения через взаимосвязи объектов технологии.

Анализ функциональных связей объектов технологии, определяющих выбор технологических решений, позволяет выявить и формализовать основные закономерности проектирования технологии механосборочных работ. Технология сборки содержит правила построения основных проектных решений, которые определяют структуру технологического процесса. Эти правила формализованы в степени, достаточной для построения программного обеспечения автоматизированного проектирования технологических процессов, и представлены в виде алгоритмических схем решения основных задач проектирования в соответствии с информационными моделями изделия и технологического процесса сборки. В моделях определены основные проектные решения, последовательность их построения, описан аппарат формализации технологических задач, исследованы основные закономерности, характеризующие влияние взаимодействий элементов конструкции изделия и элементов производственной среды при решении задач проектирования технологии сборочного производства.

Информационные модели изделия и технологического процесса механосборочных работ дают возможность разработать комплекс программного, информационного, технического, методического и организационного

обеспечения для конкретной системы автоматизированного проектирования технологических процессов механосборочных работ. Эта методика была использована при проектировании технологических процессов изготовления оптико-механических изделий.

Ключевые слова: технология сборки, информационная модель, автоматизация проектирования.

УДК 658.511.4: 681.2.001.57

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ ПІДГОТОВКИ ПРИЛАДОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

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

Проблема підвищення ефективності приладобудівного виробництва гостро ставить задачу покращення результатів та скорочення строків технологічної підготовки виробництва та створення прогресивних технологічних процесів виготовлення приладів і пошуку шляхів їх забезпечення. Якість розв’язання задач технологічної підготовки суттєво залежить від постановки задач, методів їх розв’язання та початкової інформації для їх вирішення. Тому актуальним є питання обробки технологічної інформації та обґрунтованого вибору методів розв’язання різноманітних технологічних задач.

Нові можливості підвищення якості розв’язання задач технологічної підготовки виробництва відкриваються завдяки цілеспрямованій обробці значних масивів технологічної інформації з використанням методів багатомірного статистичного аналізу, що дозволяє максимально врахувати всі різноманітні параметри та характеристики як оброблюваних і інструментальних матеріалів, так і особливості конкретного виробництва, а також врахувати загальний життєвий цикл розроблених та виготовлених приладів. Крім того, обґрунтований вибір методів розв’язання технологічних задач значно покращує вихідні параметри виготовлених приладів та їх життєвий цикл.

Це обумовлює встановлення ефективних методів обробки технологічної інформації та обґрунтування необхідності використання сучасних методів імітаційного та математичного моделювання, а також методів параметричної й структурної оптимізації. Це можливо лише на основі аналізу задач технологічної підготовки виробництва та вимог до їх розв’язання, а також визначення можливостей сучасних методів обробки інформації, моделювання й оптимізації параметрів та характеристик технологічних систем, які базуються на використанні методів системного аналізу, розпізнавання образів, теорії множин, алгебри логіки, теорії графів, математичного програмування, проектування складних інтелектуальних систем тощо.

Вказані інформаційні технології є базою для створення автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва, проектування прогресивних

технологічних процесів, науково обґрунтованого нормування технологічних процесів виготовлення деталей та складання приладів, а також ефективної організації роботи виробничих технологічних систем в приладобудуванні.

Ключові слова: технологічна підготовка виробництва, інформаційні технології, математичне моделювання, оптимізація.

УДК 621.923

ЗАМЕНА ВРАЩЕНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СКОРОСТНЫМ ЛИНЕЙНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

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

Приборостроение является ключевой отраслью промышленности, так как без использования его возможностей по изготовлению необходимых деталей, изделий, оборудования и т.п. не может обойтись ни одна другая отрасль.

Современные тенденции развития приборостроения, связанные с автоматизацией производственных процессов, созданием гибких производственных систем и автоматизированных заводов требуют поиска новых подходов к исследованию процесса резания, основанных на достижениях фундаментальных наук, разработки новых видов обработки резанием, режущих инструментов и станков. Все это невозможно без знания и использования достижений науки о резании материалов.

В данной работе будут рассматриваться высокоскоростные методы обработки материала, такие как: прошивка, калибровка шариком.

Высокоскоростная обработка (сверхскоростное резание) базируется, прежде всего, на сокращении количества тепла, возникающего при обработке резанием, которое ослабляет инструмент. При обычной обработке непрерывно повышается температура обрабатываемой заготовки, стружки и инструмента со все возрастающей скоростью резания и уменьшением толщины стружки. Но если повысить скорость подач в 5-10 раз, как это имеет место при высокоскоростном прошивании, то температура резцов повышается лишь незначительно. Причина этого заключается в том, что скорость подачи превышает скорость теплопроводности обрабатываемого резанием основного материала. Прошивка «опережает» распространение тепла. Тем самым распространение тепла, образующегося в зоне контакта, в основной металл заготовки и фрезы, большей частью предотвращается, а основная доля тепла от резания отводится со стружкой. За счет этого значительно увеличивается стойкость инструмента.

Везде благодаря высокоскоростной обработке достигается по сравнению с обычной обработкой очень короткое основное технологическое время, которое в соответствии с заданным параметром в 5-10 раз меньше (при прочих равных условиях резания в пределах возможного).

Ключевые слова: сверхскоростное резание, прошивка, калибровка шариком.

УДК 681.2:658.011.56

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ

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

Найважливішою проблемою приладобудівного виробництва є підвищення його рентабельності, під якою розуміють сукупність техніко-економічних показників. Домогтися значного збільшення рентабельності в діяльності конкретного підприємства можна шляхом скорочення трудовитрат і термінів проведення проектних робіт, зв'язаних з технологічною підготовкою виробництва нової і модернізацією існуючої продукції, а також науково обґрунтованим вибором найбільш раціональних технологічних умов її виготовлення.

Для визначення оптимальних умов та режимів обробки конструкційного матеріалу, створюється математична модель процесу різання на основі наявних в базі знань аналітичних залежностей по використовуваному матеріалу. Ця модель складається з цільової функції і функції, що визначають область допустимих рішень задачі оптимізації.

Отже, маємо задачу параметричної оптимізації, при розв'язанні якої в якості критерія оптимальності може виступати будь-який вихідний параметр процесу різання, а саме: технологічна собівартість, продуктивність обробки, параметри якості обробленої поверхні тощо.

Застосування багатокритеріальної оптимізації при розв'язанні цієї задачі дозволяє одержати комплексну оцінку впливу вхідних (оптимізуючих) змінних на сукупність вихідних показників (критеріїв якості), тобто можна визначити більш точні значення параметрів, що визначають умови та режими обробки деталі з використовуваного матеріалу.

Математичні залежності параметрів процесу різання в вигляді математичних моделей зручно зберігати в базі знань для подальшого використання при визначенні оброблюваності конструкційних матеріалів та оброблюваних властивостей інструментальних матеріалів. Поповнення бази знань новими моделями здійснюється шляхом проведення короткострокових експериментальних досліджень та обробки їх результатів численними методами.

Використання математичного моделювання технологічних параметрів процесу обробки матеріалів різанням значно зменшують витрати матеріалів та часу на проведення експериментальних досліджень та покращує якість проектування технології виготовлення деталей приладів.

Ключові слова: конструкційний матеріал, режими різання, математичне моделювання, оптимізація.

УДК 621.91:515.12

ОПРЕДЕЛЕНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА МЕХАНООБРАБОТКИ МЕТОДАМИ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

*Симута Н.А., Выслоух С.П., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

В современном производстве важным является определение оптимальных режимов механической обработки с точки зрения получения поверхности заданного качества и максимальной производительности.

Адекватное описание получаемой резанием поверхности, как и любой другой природной поверхности, с помощью средств классической геометрии (то есть с помощью простых геометрических фигур) не всегда представляется возможным, но, используя методы фрактального анализа, предложенные Мандельбротом, эту задачу можно решить. В настоящее время теория фрактального анализа находит широкое применение во многих областях человеческой деятельности – от физики до социологии.

В современной теории обработки материалов резанием обрабатываемость материала представляется как масштабно зависящая величина, которую не всегда возможно точно оценить. В тоже время теория фракталов, в силу своей сущности, позволяет рассматривать структурные свойства материала и геометрические параметры поверхности на масштабно независимом уровне, что позволяет более точно подойти к оценке закономерностей механообработки.

Фрактальный анализ позволяет через фрактальную размерность показать комплекс характеристик материала – структуру, свойства, геометрические параметры и т.д.

Фрактальность структуры и свойств обрабатываемого материала оказывает непосредственное влияние на качество получаемой поверхности, термосиловые особенности процесса резания и износ режущего инструмента.

С увеличением фрактальной размерности обрабатываемой поверхности возрастает нестабильность условий резания – постоянно изменяется пятно контакта инструмента со стружкой и обрабатываемой поверхностью. Это приводит к нестабильности силы трения на передней кромке инструмента и вибрации в зоне резания, а также влияет на температурно-силовые закономерности процесса резания, уменьшает стойкость инструмента, ведет к ухудшению качества получаемой поверхности, возникновения прижогов и др.

Таким образом, использование методов фрактального анализа применительно к процессу резания позволяет определить оптимальные технологические параметры обработки деталей на металлорежущих станках.

Ключевые слова: обработка резанием, фрактальный анализ, обрабатываемая поверхность, режимы обработки.

УДК 621.9: 681.2

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

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

З розвитком системних досліджень та з розширенням експериментальних методів вивчення реальних об'єктів все більшого значення набувають абстрактні методи, з'являються нові наукові дисципліни, автоматизуються елементи розумової праці.

Застосування ЕОМ при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва дозволяє оперувати при їх оцінці досить складними схемами і залежностями, які часто через недостатню формалізацію завдань вони не є адекватними реальним виробничим процесам. У зв'язку з цим основним методом оцінки рішень і вибору оптимального із них є моделювання. При цьому широко застосовують методи математичного та імітаційного моделювання.

При розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва використовують такі методи отримання математичних моделей: метод найменших квадратів; методи регресійного та дисперсійного аналізу; методи математичного програмування; методи багатомірного статистичного аналізу; методи еволюційного (генетичного) пошуку.

Кожний із наведених методів має свої переваги і недоліки. Враховуючи можливості сучасних ЕОМ та особливості використовуваних методів, можна вважати, що ефективними є методи генетичного пошуку, до яких відносяться: методи групового врахування аргументів (МГВА), методи еволюційного моделювання та методи штучних нейронних мереж.

Одним з дієвих методів математичного моделювання, який широко використовується в прогнозуванні технологічних параметрів є МГВА. Але класичний метод МГВА має деякі недоліки — при близьких експериментальних точках можливе явище виродженості матриці нормальних рівнянь Гауса, що потребує застосування спеціальних методів регуляризації, а також дає точкову модель. Зазвичай треба визначити інтервал, який характеризує точність прогнозування і можливо знайти за допомогою нечіткого МГВА.

Нечіткий МГВА позбавлений вказаних недоліків тому, що для знаходження коефіцієнтів математичної моделі здійснюється без використання методу найменших квадратів, а за допомогою методів лінійного програмування.

Нечіткий МГВА програмно реалізований і апробований при прогнозуванні шорсткості поверхонь та складових сили різання процесів обробки деталей із різних конструкційних матеріалів інструментом зі зносостійкими покриттями.

Ключові слова: технологічна підготовка виробництва, математичне моделювання, нечіткий метод групового врахування аргументів.

УДК 621.539.4

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИКО МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НАПРУЖЕНО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ

*Панівко В.В., Антонюк В.С., Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

У промисловості широко застосовуються матеріали з покриттям, що мають високу зносостійкість в поєднанні з досить задовільною міцністю при вигині, ударною в'язкістю, тріщиностійкістю. Використання покриттів дає можливість підвищити працездатність і надійність елементів конструкцій. Для розрахунку напружено деформованого стану елементів, які мають складні геометричні форми і знаходяться в екстремальних умовах експлуатації застосовуються сучасні обчислювальні методи, зокрема скінченних елементів (МСЕ), що є потужним чисельним методом розв'язування різноманітних інженерних задач та має вирішальне місце в прогнозуванні працездатності конструктивних елементів в умовах дії експлуатаційних факторів, і який реалізовано у таких відомих програмах як ANSYS, NASTRAN, COSMOS та інші.

Чисельне моделювання фізико механічних процесів напружено деформованого стану, що є результатом впливу силових та температурних факторів проводиться в рамках механіки деформованого твердого тіла. Робота присвячена визначенню напружень та температурного поля в різальному інструменті з покриттями. Метод скінченних елементів дозволяє отримати розподіл температурних полів, які виникають в інструменті під час різання і оцінити роль покриття.

Аналіз температур, які виникають в різальному інструменті в момент врізання дозволяє визначити наявність значного температурного градієнта в шарі покриття в момент врізання. Значення градієнта, з ростом часу, в шарі покриття зменшується. Значення температур на поверхні покриття і температурою в основі значно різняться. Градієнт температур в поверхневому шарі самої основи менше для різального інструмента з покриттям ніж для інструмента без покриття. Це дозволяє зробити висновок про термозахисну роль покриття на різальному інструменті.

Методика дозволяє визначити вплив захисного покриття на напружено-деформований стан елементів конструкцій, що працюють в умовах термосилового навантаження.

Ключові слова: чисельне моделювання, покриття, напружений стан, скінченно-елементний аналіз.

УДК 621.91:519.711

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНО-

ЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

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

Оптимизация загрузки технологического оборудования является актуальной проблемой в современном приборостроении. Целью работы является создание модели производственной системы при изготовлении деталей приборов и решение задачи оптимизации загрузки технологического оборудования этой системы.

Пусть имеем некоторое множество деталей D , которые необходимо изготовить, и некоторое множество единиц технологического оборудования (станков) M для изготовления этих деталей. Каждая деталь d_i характеризуется технологическим маршрутом ее изготовления, т.е. последовательностью прохождения определенного подмножества станков $m_j \in M$, обеспечивающей получение готовой детали, где i - номер детали, j - номер станка. Система, в данном случае, представляет собой набор множеств D и M , а ее цель - изготовление всех деталей d_i из D на множестве оборудования M . При этом используемые станки являются блоками системы, а детали - работами, подлежащими выполнению в системе.

Технологический маршрут изготовления детали представляет собой упорядоченное множество операций, необходимое для изготовления этой детали. Каждая операция выполняется на отдельном станке (блоке). Совокупность станков образует структуру системы, которая может быть последовательной, параллельной, параллельно-последовательной и последовательно-параллельной. Задача функционирования системы заключается в определении маршрутов в ее структуре, в соответствии с заданными технологическими маршрутами обработки отдельных деталей, и согласованном прохождении по полученным маршрутам всех деталей до завершения их обработки. В качестве адекватного математического аппарата для описания таких систем выбрана бесконечнозначная логика и логические определители.

Использование структурно-логических методов исследования систем с применением ЭВМ для оптимизации загрузки технологического оборудования позволяет построить адекватную модель производственной системы при изготовлении деталей приборов и решить задачу оптимизации загрузки технологического оборудования, т.е. сократить время производства изделия и соответственно снизить себестоимость продукции, что делает ее более конкурентоспособной на рынке приборов.

Ключевые слова: производственные системы, загрузка оборудования, моделирование, оптимизация, бесконечнозначная логика, логические определители.

УДК 550.8.423

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ЗАСОБІВ ТА МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ НА МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ В УКРАЇНИ

*Кононенко М.А., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Рівень рентабельності видобутку, переробки і транспортування нафти і нафтопродуктів визначається не тільки кількісними, але, в значній мірі, й якісними їх показниками, зокрема, товарними (густина, вміст води, хлористих солей, сірки, механічних домішок) та технологічними (тиск насичених парів, в'язкість, вміст парафінів).

В умовах постійного підвищення екологічних і якісних вимог Європейського Союзу до нафтопродуктів проблема забезпечення високого рівня якості продукції, що випускається на нафтопереробних заводах України, стає все більш актуальною. Розв'язання цієї проблеми в значній мірі залежить від забезпечення необхідної точності і правильності визначення якісних показників нафти і нафтопродуктів.

За останні 10 років спостерігається розвиток трьох технічних напрямків контролю: лабораторного, поточного і оперативного, та випуску засобів для їх реалізації. Аналіз роботи західних нафтових компаній показує, що ні один з цих напрямків не є домінуючим, навпаки розробляються оптимальні схеми їх спільного застосування. Однак, існує незаперечне правило про вирішення комерційних і спірних питань між постачальником і споживачем нафти і нафтопродуктів тільки на основі результатів лабораторних вимірювань показників якості, здійснених в акредитованих вимірювальних лабораторіях згідно відповідних методик виконання вимірювань (МВВ). В аналітичній практиці підприємств інтенсивно застосовуються імпорتنі засоби вимірювань, які часто функціонують як інструментальне забезпечення ГОСТ (ДСТУ), що є закономірним і позитивним процесом при теперішньому стані вітчизняного приладобудування. Але опис імпортного типу засобу вимірювання не дає необхідної інформації про можливу відмінність шкал і систем випробувань і не попереджає про можливі відмінності результатів вимірювань та шляхи їх подолання. Порівняльний аналіз національних і закордонних МВВ показав наявність суттєвих відмінностей при їх застосуванні згідно ГОСТ (ДСТУ) і ASTM, ISO, що спричиняє неспівпадіння результатів вимірювань. З цього випливає необхідність злічення систем випробувань – вимірювань з метою виявлення важливих відмінностей або вдосконалення національної системи МВВ, а також гармонізації між національними і міжнародними МВВ, прийнятими в усьому світі.

Ключові слова: нафта, нафтопродукти, показники якості, методика виконання вимірювань, гармонізація.

УДК 621.9.02.004.6 (048)

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ТА МІЦНІСТЬ В СИСТЕМІ “ОСНОВА-ПОКРИТТЯ” ПІД ДІЄЮ КОНТАКТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

*Сорока О.Б., Рутковський А.В., Калініченко В.І., Вальков А.С., Інститут проблем
міцності ім. Г.С. Писаренка, м. Київ, Україна*

Створення розрахункового методу оцінки конструкційної міцності в системі “основа-покриття” є важливою задачею при визначенні оптимальних геометричних параметрів суцільних та дискретних покриттів з умови мінімізації напружено-деформованого стану (НДС) на стадіях проектування.

Як відомо, покриття використовують для модифікування поверхонь елементів та деталей конструкцій, що працюють в умовах високих контактних навантажень. Шляхом управління геометричними параметрами можна досягти мінімізації НДС і як наслідок високої стійкості до руйнування поверхонь з покриттями. Для розрахунку НДС в системі “основа-покриття” розроблені скінченно-елементні моделі, на базі яких визначали напружено-деформований стан при різних умовах навантаження.

Для визначення ефективності використання покриттів суцільного та дискретного типів проведений аналіз напружень які виникають по глибині вздовж дії зосередженого навантаження. Як показали розрахунки при однаковій товщині суцільного і дискретного покриття максимум еквівалентних напружень в суцільному покритті виникає на межі адгезійного контакту, тоді як в покритті дискретного типу максимум припадає на дискретну ділянку, що позитивно впливає на збереження адгезійної міцності в системі “основа-покриття”.

Аналіз НДС вздовж поверхні покриття показав, що максимальні еквівалентні напруження на поверхні основи без покриття знаходяться в області прикладення навантаження, тоді як в системі “основа-покриття” з суцільним покриттям максимальне значення напружень зміщено і розташовано поза зоною дії навантаження та менше на 27,5 %. Еквівалентні напруження під суцільним покриттям в основі близькі за значеннями напруженням в системі покриття, а для системи “основа-покриття” дискретного покриття їх значення менше на 13,5%.

Аналіз результатів показав, що нормальні напруження вздовж лінії дії контактного навантаження, при наявності суцільного покриття зменшуються на 30%, а під дискретним на 42%.

Аналіз напружено-деформованого стану показав переваги застосування покриттів дискретного типу приводить до мінімізації НДС елементів конструкцій, які працюють в умовах контактного навантаження.

Ключові слова: покриття, напружено-деформований стан, адгезійна міцність, когезійна міцність.

УДК 681.2:621.7

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СТАНКОВ С ЧПУ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

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

Для работы на станках с ЧПУ необходимы рабочие-наладчики с умением программирования данной аппаратуры, а также для оценки результатов контроля, проводимого самим станком после ТП.

Только благодаря широкому внедрению в производство металлообрабатывающих станков с ЧПУ, гибких производственных модулей и гибких многофункциональных производственных систем можно достичь высоких объемов производства приборов в современных условиях. При этом не потеряется качество производства изделий, можно повысить их точность и надежность, а также максимально ускорить процесс диагностики и измерения изделия еще на этапе его изготовления без постоянного присутствия наладчиков.

Для измерения размеров и шероховатости поверхностей обрабатываемых деталей приборов на станках с ЧПУ можно использовать чувствительный щуп. При наличии системы измерения и чувствительного щупа можно получить измерительный комплекс, с помощью которого производят измерения качества обработки.

Такая контрольная система проводит измерения после каждой технологической операции и заносит данные в память СЧПУ. Информация, поступившая от этой системы в виде электрического импульса определенной частоты и напряжения, обрабатывается с помощью процессора, имеющегося в комплексе управления. Обработав информацию, процессор выдает результат о величине отклонения и автоматически корректирует размеры, занесенные в память станка с ЧПУ для устранения отклонения от заданных настроечных размеров.

Разрабатываемая нами система, в основе работы которой положен принцип обратного пьезоэлектрического эффекта, работает на оборудовании как со статическими деталями, так и в процессе обработки деталей. При этом точность процесса не изменяется, а работа наладчиков станков с ЧПУ существенно упрощается, так как с помощью щупа можно не просто корректировать работу станка, но и автоматически (программно) выставить вылет инструмента на настроечный размер. Это в свою очередь снижает время и затраты на изготовление деталей, особенно из трудно обрабатываемых материалов, когда происходит быстрый износ обрабатывающего инструмента и возникает потребность в частой его замене.

Ключевые слова: настройка станка, контрольно-измерительная система, станки с ЧПУ, чувствительный щуп.

УДК 621.822:681.2:369.64

ВІБРОАКУСТИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

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

Відомо, що для кожного металу чи сплаву та заданих умов експлуатації існує визначений ступінь попередньої деформації, що забезпечує найбільшу міцність. Можливо стверджувати з певною імовірністю, що зростання міцнісних характеристик при невеликих ступенях залишкової деформації обумовлений зниженням неоднорідності розподілення дефектів гратки по об'єму, протіканням процесу полігонізації, формуванням сприятливої субструктури. Однак, разом з тим, при зростанні залишкової деформації пластичність матеріалу зменшується, що призводить до підвищеної чутливості матеріалу деталі до навантажень та зменшення тріщиностійкості.

Нерівності на поверхні деталі, структура, фазовий та хімічний склад поверхневого шару впливають на її фізико-хімічні та експлуатаційні властивості, які в свою чергу характеризують довговічність деталей зокрема та виробів в цілому. Саме поверхневий шар відіграє значну роль у формуванні якісних та експлуатаційних характеристик виробу, оскільки при експлуатації поверхневий шар деталі підлягає найбільшому фізико-хімічному впливу. Руйнування деталі в більшості випадків починається з поверхні (зношення, ерозія, корозія, розвиток втомленісних тріщин).

Для усунення геометричних дефектів різного роду існують функції перекриття вібрації та хвилястості, які дають змогу визначити відхилення від норми при роботі підшипника змодельовати перекриття одних дефектів іншими, якщо це реально можливо, і запропонувати оптимальний варіант впливу на дефекти для максимального згладжування останніх.

Практика використання автоматизованої віброакустичної установки DVK в умовах гнучкого виробництва на ВАТ “ЛПЗ” підтвердила достовірність передбачень і доцільність використання цифрових технологій в системі керування якістю виробів в умовах ГВС.

Математичний апарат гармонічного аналізу і спектральних характеристик коливальних процесів дав змогу за формою вихідного сигналу судити про причини, що спричиняють той чи інший коливальний процес в конструкції підшипника чи в структурі технологічного процесу виготовлення його складових деталей.

Ключові слова: віброакустичне діагностування, цифрові технології, роликопідшипник.

УДК 621.3:537

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ МЕТАЛООБРОБКИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ НАДТОЧНИХ ПРИЛАДІВ

¹⁾Скицюк В.І., ¹⁾Тимчик Г.С., ¹⁾Клочко М.М., ²⁾Цірук В.Г., ¹⁾Національний технічний
університет України “Київський політехнічний інститут”, ²⁾ВАТ Київський завод
автоматики ім. Г.І.Петровського, м. Київ, Україна

Значна частина сучасних систем контролю технологічного процесу механічної обробки матеріалів базується на тому, що необхідно зареєструвати сам факт руйнації різального інструмента (РІ). Проте орієнтування на факт руйнації РІ може призвести до погіршення якості продукції, що виготовлюють, а врешті й до погіршення стану технологічного обладнання. Основним чинником цього висновку є те, що, яка б не була чутлива система контролю руйнації інструменту, вона повинна мати швидкодію, достатню для визначення моменту руйнації та прийняття відповідного рішення.

Розглянуто процес руйнації РІ як послідовного технологічного процесу, тобто ланцюга технологічних кроків, що призводить до руйнації обладнання. Звідсіля виникає основна задача системи контролю: не фіксувати момент події у зоні обробки, а передбачити розвиток процесу та запобігти тим процесам, які б негативно впливали на стан процесу обробки і, головне, не допустити стану руйнації як різального інструменту, так і обладнання.

Основна задача роботи – виявлення найбільш інформативного характеру мікрорухів РІ та деталі з метою контролю стану процесу металообробки на засадах формалізованих математичних методик. При цьому поставлена задача моделювання енергетичних процесів, що утворює пара різального інструмента з деталлю, яка оброблюється, в зоні різання при надточній обробці металів.

Математичне моделювання умов руху верхівки РІ під час металообробки на підставі аналізу фізичних явищ при металообробці пояснює характер розподілу динамічних навантажень на РІ, який представлено векторною діаграмою. Доведено, що верхівка вектору траєкторії руху РІ разом з вектором високочастотних вібрацій РІ, який є фактором формотворення більш високих порядків, при своєму русі не можуть вийти за межі трьохосових еліпсоїдів.

З урахуванням енергетичної характеристики процесу різання визначено орієнтовний час стійкості РІ в залежності від стадії його плинного стану, тобто: приробка, нормальний знос різальної частини, критичний знос, а також кінцеву енергетичну залежність для контролю стану процесу обробки за амплітудою та коловою частотою деталі. Це надає можливості при введенні ранжування енергетичних залежностей передбачати стан РІ під час плинного технологічного процесу обробки металів на верстатах з ЧПУ типу CNC.

Пропонований метод доцільно запроваджувати в умовах автоматизації виготовлення надточних деталей у приладобудуванні.

Ключові слова: металообробка, руйнація, знос інструмента, енергетика різання, передбачення.

УДК 519.95

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

*Чабан О.Н., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», Киев, Украина*

Одной из важных проблем современного приборостроительного производства является разработка эффективных технологических процессов и оптимизация работы производственных систем. Решение этой проблемы заключается в том, чтобы получить возможность заранее прогнозировать результаты производственной деятельности предприятия, оценивать эффективность функционирования оборудования, предусматривать возможные последствия. Для этого разрабатываются имитационные модели, которые используются с целью воспроизведения функционирования производственных систем с достаточно высокой степенью точности. Работа производственных систем проявляется через изменение их состояний. В математических моделях систем этой работе соответствует реализация логических цепей причин и следствий. События выражают действия, совершение которых управляет состояниями системы. Состояния задаются в виде сложных условий, формируемых как предикаты, переменными в которых являются простые условия. Только при достижении определенных состояний (в этом случае соответствующие предикаты принимают истинное значение) обеспечивается возможность реализации действий (наступления событий).

В сетях Петри условия моделируются позициями, а события – переходами. Последовательная реализация событий в системе отображается в виде последовательного срабатывания ее переходов. Выполнение какого-либо условия в системе связано с появлением метки в соответствующей этому условию позиции сети. Соглашения о правилах выполнения переходов, действующие в сетях Петри, выражают логические взаимосвязи между условиями и событиями в моделируемой системе.

Применение аппарата сетей Петри для моделирования производственных систем является быстрым и удобным способом анализа их поведения и эффективности в различных ситуациях. Так как проектирование производственных систем является достаточно трудоемким и длительным процессом с большой вероятностью сбоев при их работе, то необходимо сначала создать модель этой системы и провести ряд испытаний с проверкой надежности и производительности модели в различных критических ситуациях. Это позволяет, не создавая саму производственную систему, оценить эффективность ее работы и добиться наилучших показателей функционирования.

Ключевые слова: сети Петри, производственная система, моделирование.

УДК 621.91.01: 681.3.06

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ ДЕТАЛЕЙ З ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

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

Номенклатура матеріалів, що використовуються у сучасному виробництві постійно збільшується. Умови експлуатації приладів потребують використання матеріалів зі специфічними фізико-механічними властивостями.

Специфічні властивості деталей забезпечуються шляхом виготовлення їх з важкооброблюваних матеріалів, різноманітних за своєю структурою, фізико-механічними властивостями, хімічним складом та ін.

Обробка різанням важкооброблюваних матеріалів має ряд особливостей, що відрізняють її від аналогічної обробки інших конструкційних матеріалів. Це зумовлено фізико-механічними властивостями і структурою оброблюваних матеріалів. При обробці цих матеріалів відбувається інтенсивне зношування різального інструмента. Це спричинено явищами, що відбуваються у зоні різання.

Особливості обробки різанням важкооброблюваних матеріалів показують, що просте перенесення закономірностей процесу різання металів на ці матеріали є недоцільне. Отже, для оптимізації процесу різання важкооброблюваних матеріалів необхідно всебічне дослідження процесу різання цих матеріалів, процесу стружкоутворення і зносу інструмента, силових і теплових явищ, якості обробленої поверхні.

Математичне моделювання якісних показників обробки різанням дає можливість розкрити взаємозв'язки між окремими елементами процесу, виявити їх специфічні властивості, розробити обґрунтовані припущення щодо його вдосконалення.

Для отримання адекватних математичних моделей якісних показників технологічного процесу обробки деталей різанням з важкооброблюваних матеріалів від умов обробки доцільно використовувати сучасні методи.

Оптимізація умов обробки по комплексному критерію, що включає продуктивність та собівартість обробки дозволить розв'язати задачу визначення вихідних параметрів процесу різання та підвищити його ефективність.

Математичні моделі параметрів процесу обробки різанням для важкооброблюваних матеріалів можна використовувати для прогнозування якісних показників в залежності від умов обробки. Вказана задача є актуальною для сучасного приладобудування.

Ключові слова: обробка різанням, важкооброблювані матеріали, технологічні параметри, математичне моделювання, оптимізація.

УДК 681.3.06:519.237.7

ВИБІР МЕТОДИК ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ

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

При виготовленні деталей приладів завжди підвищуються вимоги до їх якості, надійності, якості техніко-економічних показників, зменшенню їх трудомісткості. При цьому велику роль відводять автоматизації проектування, яке вирішується шляхом оптимізації технології виготовлення деталей.

У залежності від виду обробки деталей враховують матеріал ріжучого інструменту, його фізико-хімічні властивості, його структуру. На оброблюваність матеріалів впливає цілий комплекс факторів: матеріал та конструктивні особливості ріжучих інструментів; вид обладнання та характер операції, що виконується.

Зараз існує дуже багато інструментальних матеріалів, що використовуються в приладобудуванні для виготовлення різальних інструментів.

Для розробки ефективних технологічних методів обробки деталей використовують методи системного аналізу. Вони дають можливість із множини найрізноманітніших інструментальних матеріалів, які характеризують різальний інструмент, вибрати більш раціональні; виявити їх специфічні властивості; нові інструментальні матеріали класифікувати в уже існуючі класи інструментальних матеріалів, враховуючи їх характеристики і властивості.

При визначенні режимів різання обробки деталей, при виборі раціональних матеріалів інструментів виконуються задачі параметричної оптимізації. Використовуються методи кластерного та дискримінантного аналізу, за допомогою яких можна об'єднати інструментальні матеріали в групи і класифікувати їх за принципом максимальної схожості.

Перевагою такої класифікації є не обов'язковий багатомірний нормальний закон розподілу для кожного класу. Таким чином, можна визначити клас, до якого відноситься новий інструментальний матеріал, а також найбільш близький до нього матеріал.

Класифікація інструментальних матеріалів дозволяє швидко встановити раціональні, а потім оптимальні методи обробки деталей приладів, а при її виготовленні можливість заміни при необхідності одного матеріалу іншим, що близький по сукупності характеризуючих параметрів.

Ключові слова: проектування, оптимізація, режими різання, інструментальний матеріал, методи обробки.

УДК 681.325

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ГІБРИДНИЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ

*Лукашенко В.М., Корпань Я.В., Лукашенко М.Г., Караван М.А., Романовський С.К.,
Лукашенко А.Г., Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна*

В проблемно-орієнтованих системах децентралізація структур із застосуванням багатьох процесорів і предпроцесорів є чіткою тенденцією в розвитку сучасних локальних цифро-аналогових підсистемах керування. Це забезпечує високу продуктивність завдяки можливості розпаралелювання процесу обчислення.

Відомо [1], що оцінка ефективності як відношення продуктивності рішення задачі на окремій цифровій обчислювальній машині (ЦОМ) загального призначення до продуктивності рішення тієї ж задачі багатопроцесорною системою може бути представлена таким чином

$$\Phi = \frac{1}{PR} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m P_i R_j$$

де m – число предпроцесорів; P , P_i – швидкодія ЦОМ та i -го предпроцесора відповідно; R , R_j – загальна кількість операцій та кількість операцій, що приходяться на j -й предпроцесор, відповідно. Тому збільшення кількості операцій на один предпроцесор сприяє підвищенню оцінки ефективності.

Оскільки цифрова інформація забезпечує високу точність, а аналогова – високу швидкодію, то пропонується багатофункціональний гібридний обчислювальний пристрій [2], який працює в режимах:

- перемножування значень цифрової і аналогової інформації;
- ділення значення аналогової інформації на значення цифрової;
- відтворення значення цифрової функції, що має вигляд $1/X$.

Оригінальність схемотехнічного рішення полягає в тому, що функціональний перетворювач має швидкодію, адекватну табличному методу реалізації. Крім того, у кожній n -розрядній комірці перерозподіл заряду на шинах керування має високу швидкість підключення співмножника аналогового сигналу через відповідний резистор матриці R - $2R$ на вхід суматора.

Ключові слова: модель, предпроцесор, децентралізація.

Література

1. Водяхо А.И., Смоллов В.Б., Плюснин В.У., Пузанков Д.В. Функционально ориентированные процессоры. – Л.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
2. Пат. 10485, Україна, МПК G06G07/26. Гібридний обчислювальний пристрій / В.М. Лукашенко, Ю.Г. Лега, А.Г. Лукашенко, М.Г. Лукашенко, Я.В. Корпань, С.К. Романовський, М.А. Караван, Д.А. Лукашенко; - №u200504233; Заявл. 04.05.2005; Опубл. 15.11.2005; Бюл. №11.

УДК 621.9.01

МНОГОУРОВНЕВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ СОСТОЯНИЙ ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИХ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ

¹⁾Деревянченко А.Г., ¹⁾Бовнегра Л.В., ¹⁾Ткачук В.В.; ²⁾Антонюк В.С., ¹⁾ОНПУ, м. Одесса, Украина; ²⁾Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», м. Киев, Украина

Для управления гибким станочным модулем в соответствии с текущим состоянием режущего инструмента (РИ) и прогнозирования остаточного ресурса инструмента (оптимального момента замены РИ) необходимо оперативное распознавание внезапных и постепенных отказов.

Разрабатывается модуль многоуровневого распознавания состояний режущей части инструмента – по результатам контроля РИ с использованием системы технического зрения. Соответствующий информационный комплекс предусматривает выполнение следующих операций:

1. Формирование системы образов (проекций) зон износа режущей части РИ – сначала для нового инструмента, а затем и для последовательности состояний инструмента по мере его изнашивания;

2. Распознавание класса формы макродефекта 1 - зоны износа режущей части РИ по задней поверхности;

3. Распознавание класса формы макродефекта 2 - зоны износа режущей части РИ по передней поверхности;

4. Определение положения вершины и формообразующего участка режущей кромки (РК) в структуре системы элементов режущей части изношенного РИ;

5. Распознавание классов микродефектов - элементов текстуры зоны износа режущей части РИ по задней поверхности, принятие решения о механизме износа задней поверхности РИ;

6. Статистический анализ микродефектов зоны износа задней поверхности для решения задачи обучения системы распознавания;

7. Локализация микродефектов (элементов текстуры зоны износа режущей части) в системе элементов задней поверхности РИ, определение их положения по отношению к формообразующему участку РК;

8. Распознавание классов микродефектов - элементов текстуры зоны износа режущей части РИ по передней поверхности, принятие решения о механизме износа передней поверхности РИ;

9. Статистический анализ микродефектов зоны износа передней поверхности для решения задачи обучения системы распознавания;

10. Локализация микродефектов (элементов текстуры зоны износа режущей части) в системе элементов передней поверхности РИ, определение их положения по отношению к формообразующему участку РК;

11. Обобщенная многоуровневая оценка состояния режущей части, принятие решения о работоспособности РИ, прогноз остаточного ресурса РИ.

Ключевые слова: распознавание состояний режущих инструментов, дефекты режущей части, текстура зоны износа.

УДК 621.9.01

ПОДХОД К РАСПОЗНАВАНИЮ ОТКАЗОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Деревянченко А.Г., Павленко В.Д., Бовнегра Л.В., Ткачук В.В., ОНПУ, м. Одесса, Украина

В ряде задач диагностирования состояний режущих инструментов (РИ) некоторые признаки дефектов и отказов не имеют четкого количественного измерения. Поэтому возникает необходимость использования качественных эквивалентов, понятий и отношений с нечёткими границами, высказываний с многозначной шкалой истинности. Рассмотрим основные положения предлагаемого подхода.

Пусть всё множество состояний режущей части РИ разделено на классы $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_m$ и определён вектор $\mathbf{x}=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, компоненты которого составляют набор признаков дефектов РИ. Получена обучающая выборка фиксированной длины, т.е. некоторый набор состояний РИ $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_l$ и соответствующие векторы $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_l$, описывающие состояния РИ в пространстве признаков, а также информация о принадлежности состояний соответствующим классам $y_1, y_2, \dots, y_l$. Априорные вероятности $P(\Omega_i)$ и условные плотности распределения $f_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ неизвестны. Требуется на основе предъявления системе распознавания состояний РИ (элементов обучающей выборки ω с указанием классов, к которым они принадлежат) построить в многомерном признаковом пространстве гиперповерхность, разделяющую пространство на области D_i , соответствующие классам $\Omega_i, i=1, 2, \dots, m$. Здесь предполагается наличие однозначной информации о принадлежности состояний РИ к одному из имеющихся классов Ω_i .

Введём в постановку задачи ещё одну величину для каждого состояния РИ $\mathbf{H}=(h_1, h_2, \dots, h_m)$, обозначающую степень его принадлежности к имеющимся классам (h_i – вероятность того, что объект обучающей выборки принадлежит классу равно $P(\mathbf{x} \in \Omega_i)=h_i$).

На величину $\mathbf{H}$ накладываются ограничения: $0 \leq h_i \leq 1, i=1, 2, \dots, m; \sum_{i=1}^m h_i = 1$.

При выполнении условия $h_i=1$ имеет место однозначная принадлежность состояния РИ к классу Ω_i ; при $h_i=0$ – состояние РИ однозначно не принадлежит классу Ω_i . Такой подход адекватен для распознавания постепенных отказов РИ, когда инструмент может переходить из одного состояния в другое (т.е. из одного класса состояний в другой), монотонно изменяя свои параметры. При этом традиционная задача статистической классификации состояний РИ

становится частной, рассматриваемой при $h_i \in \{0;1\}$. При ее решении обычно используются адаптивные методы обучения распознаванию, в том числе метод стохастической аппроксимации. Он характерен универсальностью с позиций характера распределения вероятностей признаков в классах состояний РИ.

Обозначим разделяющую функцию через $\hat{y}=f(\mathbf{x},\mathbf{c})$, где $\mathbf{x}$ - n -мерный вектор, характеризующий объект; $\mathbf{c}=(c_1, c_2, \dots, c_n)$ – неизвестный пока вектор коэффициентов. Разделяющая функция представлена в виде некоторой функции скалярного произведения векторов $\mathbf{x}$ и $\mathbf{c}$. Знаки разделяющей функции определяют области D_1 и D_2 в n – мерном признаковом пространстве, соответствующие классам Ω_1 и Ω_2 : $D_1=\{\mathbf{x}:f(\mathbf{x},\mathbf{c})<0\}$, $D_2=\{\mathbf{x}:f(\mathbf{x},\mathbf{c})>0\}$. Наличие обучающей выборки позволяет получить от «учителя» указания о принадлежности состояний РИ $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_l$ к классу Ω_1 или Ω_2 : $y=-1$, если $\omega_i \in \Omega_1$, $y=1$, если $\omega_i \in \Omega_2$ ($i = 1, 2, \dots, l$).

Эти указания могут быть использованы для определения двух систем неравенств. Если с помощью разделяющей функции $f(\mathbf{x},\mathbf{c})$ объект классифицируется правильно, то $f(\mathbf{x},\mathbf{c})<0$, а если ошибочно, то $f(\mathbf{x},\mathbf{c})>0$.

Коэффициенты решающего правила для случая чёткого задания классов состояний РИ определяются на стадии обучения согласно рекуррентному выражению:

$$\mathbf{c}[k]=\mathbf{c}[k-1]+\Gamma[k] \mathbf{F}^l (p[k]-\mathbf{c}^T[k-1]\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}[k]))\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}[k]),$$

где $\mathbf{c}$ – вектор коэффициентов решающего правила; k – номер шага поиска решения; $\Gamma[k]$ – диагональная матрица величин шагов, определяющих скорость движения к оптимальной точке вектора коэффициентов $\mathbf{c}$ по различным координатам на k -ом шаге обучения; $\mathbf{F}$ – мера уклонения аппроксимирующей функции от оптимальной; $\mathbf{p}$ – реакция “учителя”, $\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x})$ – вектор базисных функций. Здесь процедура обучения осуществляется путём многократного предъявления классификатору состояний РИ $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_l$ в цикле обучения g . При этом находится оптимальное решающее правило, при котором ошибки распознавания минимальны.

При нечётком описании классов обучающей выборки коэффициенты решающего правила определяются согласно следующему выражению:

$$\mathbf{c}[k]=\mathbf{c}[k-1]+\Gamma[k] \mathbf{F}^l (h y[k]-\mathbf{c}^T[k-1]\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}[k]))\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}[k]),$$

где h – степень принадлежности объекта к классу y .

На основе изложенного выполнялось моделирование процессов распознавания состояний режущей части РИ с использованием набора признаков, сформированных по результатам прямого контроля. Сравнение вариантов четкого и нечёткого описания классов (с соответствующими оценками качества распознавания) показало перспективность предлагаемого подхода для решения ряда задач распознавания состояний инструментов.

Ключевые слова: распознавание состояний режущих инструментов, нечеткая логика, четкое и нечеткое описание классов состояний

УДК 681.51:57

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕРГОНОМІЧНОМУ ПРОЕКТУВАННІ ПРИЛАДІВ, СИСТЕМ ТА ОБЛАДНАННЯ

Бойко Т.А., Лукашенко В.М., Бойко Є.О., Корпань Я.В., Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

Математичне моделювання в ергономічному проектуванні приладів, систем та обладнання є одним з початкових етапів проектної діяльності і допомагає кардинально, а не частково вирішувати проблеми людського фактору у їх виробництві, воно стимулює інноваційну діяльність у створенні та вдосконаленні і самих виробів і робочих місць. Традиційно виділяють три типи ергономічних моделей: моделі для прогнозування діяльності і працездатності людини, в яких важко або неможливо врахувати характеристики обладнання; моделі для оптимізації функціонування системи «людина-машина», які мало або зовсім не враховують характеристики людини і її діяльності, або роблять це опосередковано; моделі, що враховують як властивості людини і характеристики діяльності, так і параметри обладнання, тобто віддзеркалюють діяльність людини і вплив функціонування обладнання на людину у тій формі, в якій вони обумовлюють вплив на ефективне функціонування системи.

Найбільша складність при розробці ергономічних математичних моделей полягає у розробці цільових функцій для адекватного відображення діяльності людини та у визначенні відповідних обмежень, оскільки ці задачі безпосередньо пов'язані з необхідністю мати багату інформаційну базу. створення такої пов'язане з необхідністю проведення великої кількості попередніх досліджень.

Математичне моделювання діяльності людини-оператора може здійснюватись методами лінійного програмування – графічним методом та симплекс-методом. пропонується графічний метод, який застосовується при постановці задачі як двопараметричної, якщо відомі конструктивні параметри приладу або обладнання і проводиться оптимізація алгоритму роботи оператора, розташування засобів відтворення інформації та органів керування, компоновка робочого місця. при цьому побудова моделі виконується в координатах: s – довжина керувальних переміщень рук оператора; t – час виконання керувальних операцій. симплекс-метод придатний для великої кількості конструкторсько-ергономічних елементів рішення незалежно від кількості обмежувальних рівнянь. метод Монте-Карло застосовується для імітації ймовірно-часових характеристик діяльності оператора.

Ступінь розподілу діяльності оператора на окремі операції залежить від мети розрахунку і не має суттєвого значення для моделі.

Ключові слова: моделювання, ергономіка, методи лінійного програмування.

УДК 621.914:681.511.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Емельяненко С.С., Сумской государственной университет, г. Сумы, Украина

В настоящее время процессы металлообработки, в частности концевое фрезерование (КФ) проходит с высокими скоростями вращения шпинделя (до 50`000 об/мин), и высокими скоростями перемещения рабочих органов станка (до 4`000 м/мин), при этом обработка ведется сложных контуров требующих маломерных концевых фрез. Все это приводит к выходу на первый план динамики резания, которая влияет на точность обрабатываемой детали и шероховатость поверхности, на стойкость и работоспособность инструмента.

При определенных условиях процесс резания теряет устойчивость. Потеря устойчивости технологической системы (ТС) характеризуется возникновением вибраций – вредных периодических колебаний, которые вызывают периодическое изменение толщины срезаемого слоя и сил резания. Традиционный метод борьбы с вибрациями – это снижение режимов резания, вследствие чего, снижается производительность обработки и экономическая эффективность.

Как известно при резании возникают вынужденные колебания и автоколебания. Вынужденные колебания возникают в результате действия внешней возбуждающей силы. Причинами их возникновения могут быть вибрации вследствие дисбаланса частей станка или вращающейся обрабатываемой заготовки, пульсации жидкости в трубопроводе у станков с гидроприводом и многое другое. Меры борьбы с вынужденными колебаниями – это устранение причин, вызывающих возбуждающую силу. Автоколебания – это незатухающие колебания системы, которые сами являются источниками этих колебаний, причем амплитуда и период колебаний определяются свойствами самой системы и не зависят от внешней возбуждающей силы. Причинами возникновения автоколебаний могут быть явления наклепа, нароста, переменная скорость движения стружки и др..

Прогнозирование автоколебаний при КФ даст возможность работать с режимами резания, которые позволили бы сохранить производительность обработки, а в некоторых случаях и повысить её.

Заранее зная свойства технологической системы, а именно её жесткость и демпфирование позволит построить диаграмму стабильности ТС для таких режимов резания как ширина фрезерования и частота вращения шпинделя и по ней определить зоны стабильной процесса резания. Таким образом, прогнозирование и борьба с автоколебаниями является весьма важным направлением исследований, в области обработки металлов резанием.

Ключевые слова: концевое фрезерование, автоколебания, прогнозирование.

УДК 621.9

СПОСОБИ АВТОМАТИЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ГВМ ПРИ ВІДМОВАХ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ

*Любас А.В., Шевченко Д.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Підвищення ефективності обробки матеріалів різанням безпосередньо пов'язане із створенням нових і вдосконаленням існуючих методів і засобів діагностики працездатності різального інструменту, які повинні базуватися на глибшому уявленні про фізичну суть процесу різання і дослідженні взаємозв'язку явищ, що виникають при різанні, зі зносом різального інструменту.

Автоматичне встановлення працездатності ГВМ при відмовах інструмента звичайно здійснюється по одному з трьох способів заміни:

- спосіб заміни по часу (СЗЧ). Реалізація способу заключається у врахуванні використання ресурсу інструмента і заміні його. Спосіб не виключає появи бракованих деталей при використанні відмовлених інструментів особливо при багато інструментальній обробці;
- спосіб заміни по критичному стану (СЗКС). Для реалізації способу необхідний автоматичний контроль стану працюючого інструменту зі зміною його резервним у випадку досягнення ним критичного стану, що виключить можливість отримання бракованих деталей;
- комплексний спосіб заміни (КСЗ). Реалізується поєднанням двох попередніх способів. Заміна інструменту після заданої наробки дозволяє скоротити число випадкових відмов. Автоматичний контроль стану інструменту виключить його використання при відмові.

Відносно організації обробки контрольованого сигналу найбільш прості способи, основані на вимірюванні електричних характеристик зони контакту різального інструменту з оброблюваною деталлю. Особливо перспективним є контроль по ЕРС різання, не потребує пропускання зовнішнього електричного струму через зону різання. На токарних станках такий контроль не потребує спеціальної ізоляції при електричному з'єднанні різального інструменту та оброблюваної деталі при умові, що забезпечено добре стружкодроблення, електричний опір зони різання значно менший електричних опорів шпиндельних підшипників, змащувально-охолоджуючої рідини, немає побічного низькоємнісного електричного з'єднання шпинделя з корпусом і, відповідно, контроль стану інструмента по ЕРС різання можливий на справних токарних станках.

Ключові слова: ЕРС різання, різальний інструмент, ГВМ, автоматичний контроль, зона різання, контроль стану інструмента.

УДК 621.9

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМІЧНОГО РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Бартюк О.І., Стукало І.О., Корпорація «УКРТЕПЛОЕНЕРГО», м. Київ, Україна

Виготовлення деталей шляхом термічної різання є сучасним ефективним методом, що використовується в енергетичному машинобудуванні. Технологічні процеси, що використовують методи термічного різання, потребують використання відповідного обладнання, до яких відносяться і сучасні різальні машини. Сучасна різальна машина повинна забезпечувати високу продуктивність виробництва і якість виготовлених деталей. При цьому використання таких машин виключає необхідність в додатковій обробці поверхонь деталей.

Виготовлені таким чином деталі повинні відповідати вимогам точності, та мати перпендикулярну кромку з мінімальною насічкою. Зупинки на ремонт машини повинні бути мінімальні, щоб вони мало впливали на продуктивність виробництва. Для того, щоб зупинки на ремонт машини були мінімальні, система керування різальною машиною повинна мати вбудовану систему перевірки помилок, видавати дані перевірки оператору та сервісній службі. Різальна машина повинна забезпечувати захист оператора від опромінення і шумового тиску при плазмовій різці, а також захист обладнання від аварійних ситуацій та бути екологічно чистою.

Такі різальні машини широко використовуються в заготівельних цехах підприємств машинобудування. Велика перевага таких машин полягає в тім, що вони оснащені сучасними системами керування, які виконують набагато більше функцій ніж звичайні системи керування. Сучасні системи керування можуть контролювати весь процес різання, оптимізувати його та дозволяють автоматично вводити необхідні параметри, а саме: швидкість різання; витрати технологічних газів; висоту різача при пробивці та під час різання; гальмування на гострих кутах з автоматичною зміною току дуги і витрат газів. Система керування також супроводжується пакетом прикладних програм, які дозволяють виготовляти програми і карти розкрою матеріалу з його оптимізацією.

Машина має відповідне технологічне оснащення – плазмові і газокисневі різачи. Плазмові різачи використовуються для вирізання деталей з тонких листів конструкційної сталі, нержавіючих та кольорових металів і сплавів, а газокисневі - для вирізання деталей з товстих листів низьковуглецевих сталей.

Використання таких машин у виробництві дозволяють знизити трудоемкість технологічних процесів в 1,3...1,5 рази. Різальні машини для сучасної термічної різки відносять до обладнання четвертого покоління.

Ключові слова: технологія машинобудування, термічне різання, різальна машина, системи керування різанням.

УДК 621.914-512

УВЕЛИЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Голдун Д.Г., Сумской государственный университет, г. Сумы, Украина

При обработке деталей на станках с ЧПУ управляющие программы (УП), разработанные вручную или с использованием САМ систем, как правило не учитывают изменение фактической траектории движения инструмента и качества обработанной поверхности в результате действия силы резания, динамической силы в момент изменения направления движения инструмента, вибраций и других факторов. Это приводит к тому, что чистовые переходы совершаются с существенно меньшей производительностью, чем это позволяет инструмент. Уменьшить вредное влияние этих факторов и, следовательно, увеличить производительность, возможно за счёт изменения параметров режима резания и траектории движения инструмента на стадии проектирования УП.

Данную задачу, возможно, решить с помощью коррекции УП, сформированной на основе теоретической траектории, до её выполнения на станке. Предлагается выполнять коррекцию в три этапа.

На первом этапе минимизируют динамические силы, возникающие при изменении направления перемещения инструмента. Для этого проверяют, способен ли станок перемещать инструмент по заданной траектории на заданных значениях величины подачи, не превышают ли силы, возникающие при этом, допустимых величин. В случае если силы оказываются выше допустимых, корректируют УП: изменяют значения величины подачи, выполняют необходимые торможения и точные подходы к заданным точкам. При обходе острых и прямых углов траекторию модернизируют таким образом, чтобы предотвратить торможение – выполняют обход по петле.

Далее проверяют стабильность процесса обработки – наличие или отсутствие вибраций. В качестве основы для этой проверки можно использовать диаграммы стабильности, отражающие связь условий обработки с частотой вращения шпинделя. Если в данной точке траектории обнаружены вибрации, то изменяют один из элементов режима резания: подачу, глубину резания, ширину фрезерования или частоту вращения шпинделя.

Далее определяют фактическую траекторию перемещения инструмента по УП и вычисляют ее отклонение от теоретической траектории, обусловленное деформацией технологической системы. Вычитая это отклонение из теоретической траектории, получают новую траекторию перемещения инструмента, которая обеспечит получение годной детали.

Таким образом, коррекция УП на стадии ее проектирования позволит сократить время на отработку технологии изготовления детали и повысить точность обработки при нормативных режимах резания.

Ключевые слова: прогнозирование, резание, ЧПУ, УП, сила резания.