**Лисенко Олександр Володимирович. Підвищення динамічних характеристик технологічної оброблювальної системи при точінні: дис... канд. техн. наук: 05.03.01 / Кіровоградський національний технічний ун-т. - Кіровоград, 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Лисенко О.В. Підвищення динамічних характеристик технологічної оброблювальної системи при точінні. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01. – Процеси механічної обробки, верстати та інструменти. – Кіровоградський національній технічний університет Міністерства освіти і науки України, Кіровоград, 2004 р.  Дисертація присвячена розробці, теоретичним та експериментальним дослідженням нових засобів підвищення точності токарної обробки за рахунок управління динамічними характеристиками пружної технологічної оброблювальної системи (ТОС) верстату під час різання. Розроблена структурно-параметрична модель процесу точіння, де ТОС представлена як замкнена зі зворотними зв`язками через пружну систему верстата. Запропонований принцип корекції динамічних характеристик всієї ТОС за рахунок спеціально введеного елементу у ланцюг проходження сигналу у замкненій пружній системі. Сконструйований інструментальний пристрій, який, крім корекції у напрямку динамічних характеристик (гасіння коливань ТОС при різанні), виконує ще й корекцію геометричних параметрів формоутворення, яка призначена для компенсації похибки від пружних деформацій ТОС, що виникають під час обробки. Розроблена математична модель системи з таким інструментальним пристроєм та прикладна програма, яка дозволяє проводити імітаційні дослідження з метою встановлення найбільш раціональних конструктивних і динамічних параметрів запропонованих інструментальних пристроїв при їх проектуванні та оцінці ефективності. Досліджений механізм утворення технологічної спадковості форми при точінні від нерівномірного припуску і розроблена методика її прогнозування яка базується на використанні сімейства амплітудно фазових частотних характеристик другого роду, що відображають зміни динамічних характеристик за повздовжньою координатою. Проведені експериментальні дослідження підтвердили зниження рівня коливань за спектром складової *Pz* сили різання в 1,25 рази, зменшення технологічної спадковості в 1,4 рази, а також відхилення від округлості в 1,2 рази.  Основні результати роботи одержали апробацію у вигляді розроблених інструментальних пристроїв і впроваджені у виробництво при проектуванні систем і технологічних операцій токарної обробки у вигляді створених прикладних програм на ВАТ “Гідросила”. | |
| |  | | --- | | 1. На основі системного уявлення технологічної оброблювальної системи як замкненої, багатомасової зі зворотними зв`язками за глибиною, швидкістю і подачею розроблений принцип підвищення її динамічних властивостей, який використаний у створеному інструментальному пристрої, а також концепція прогнозування технологічної спадковості, що дозволило знизити похибку токарної обробки ї підвищити її якість. 2. Розроблена структурно-параметрична функціональна схема базової моделі ТОС разом з процесом різання, що базується на представленні динамічної системи як одномасової, але з трьома ступенями рухомості за відповідними осями координат, яка повинна доповнюватись до двомасової (з паралельним або послідовним з`єднанням мас) при проектуванні динамічних гасників коливань і до трьохмасової при прогнозуванні технологічної спадковості деталі у поперечному перетині. 3. Запропонований принцип корекції динамічних характеристик всієї ТОС за рахунок спеціально введеного елементу у ланцюг проходження сигналу у замкненій пружній системі. Цей елемент, крім корекції у напрямку динамічних характеристик (гасіння коливань ТОС при різанні), виконує ще й корекцію геометричних параметрів формоутворення, яка призначена для компенсації похибки від пружних деформацій ТОС, що виникають під час обробки. Розроблена математична модель системи з таким інструментальним пристроєм, яка дозволяє проводити імітаційні дослідження з метою встановлення найбільш раціональних конструктивних і динамічних параметрів запропонованих інструментальних пристроїв при їх проектуванні та оцінці ефективності. 4. Встановлено, що технологічна спадковість, яка часто визначає точність деталі, залежить не тільки від частотних характеристик верстату, а й від таких характеристик ТОС в цілому, які змінюються в залежності від координати формоутворюючого руху за довжиною заготовки. Для урахування впливу формоутворюючої координати на технологічну спадковість була отримана приведена до вершини різця динамічна модель з параметрами жорсткості, що є функціями повздовжньої координати. Отримані статичні залежності для визначення приведених жорсткостей *Cy* і *Cz*у функції від поточної координати *x* з урахуванням жорсткості деталі для двох способів установки деталі: у патроні та у патроні і задньому центрі. Запропонована методика представлення будь-якого збурення у вигляді зміни припуску за поперечним перетином заготовки за допомогою розкладу у ряд Фур`є. 5. Розроблений новий метод і відповідний алгоритм визначення технологічної спадковості форми деталі у поперечному перерізі у функції повздовжньої координати, що полягає у використанні частотних характеристик ТОС при різанні другого роду, за допомогою яких відбувається фільтрація кожної гармоніки збурення форми припуску перед перетворенням її на відповідну гармоніку похибки форми у поперечному перерізі деталі. 6. Розроблена прикладна програма, що моделює як вихідну ТОС так і ТОС із запропонованим інструментальним пристроєм. Моделювання відбувається у часовому просторі і допускає зміну всіх вихідних параметрів у широкому діапазоні. Проведене моделювання технологічної спадковості у поперечному перерізі деталі за повздовжньою координатою формоутворення довело, що в залежності від способу установки заготовки на верстаті, звичайні форми (бочкуватість при установці у патроні і задньому центрі, конусність – при установці у патроні) мають значне викривлення, яке залежить від режиму точіння, зокрема, швидкості різання. 7. Проведені дослідження перехідних процесів ТОС при різанні спеціально підготовленої заготовки з повздовжніми пазами підтвердили позитивний вплив на динамічні характеристики ТОС запропонованого інструментального пристрою, який проявляється у більшому затуханні складової *Py* сили різання, а також якісну адекватність з результатами, що були отримані за допомогою розробленої прикладної програми. Аналіз спектрів складової *Pz* сили різання також свідчить про збільшення демпфіруючих властивостей ТОС з інструментальним пристроєм: максимальна амплітуда складової *Pz*, що міститься у її спектрі, зменшується в 1,25 рази у порівнянні з процесом точіння вихідною ТОС. 8. Аналіз осцилограм при обробці заготовки з ексцентричним розташуванням припуску показує, що при точінні інструментальним пристроєм відбувається гасіння коливань насамперед складової *Pz* сили різання. За експериментальними даними виміру круглограм деталей, що були оброблені із заготовок з ексцентричним розташуванням припуску на різних частотах обертання шпинделя виявлено, що амплітуда похибки обробки, яка характеризує технологічну спадковість зменшилась у порівнянні з вихідною ТОС у 1,4 рази, а фазовий кут зсуву значно менший як за діапазоном зміни (15 і 30), так і за абсолютною величиною. 9. Аналіз круглограм, побудованих за довжиною деталей, виготовлених із заготовок з ексцентричним розташуванням припуску, як для обробки у патроні, так і для обробки у патроні і задньому центрі показує, що застосування розробленого інструментального пристрою приводить до суттєвого позитивного результату – зменшення відхилення обробленої поверхні від ідеальної. Це обумовлено перш за все частковою компенсацією похибки від пружних деформацій, а по-друге – поліпшенням динамічних характеристик ТОС, що впливає на зменшення амплітуди загальної похибки і фазового кута зсуву. Виміри показують, що застосування інструментального пристрою дозволяє зменшити відхилення від округлості майже в 1,2 рази. 10. Рекомендується застосовувати розроблений принцип підвищення динамічних характеристик ТОС токарних верстатів і інструментальний пристрій при чистовій обробці деталей з глибиною різання до 1 мм. Розроблена методика визначення технологічної спадковості повинна використовуватись при визначенні режимів різання (швидкості різання) при токарній обробці. Особливо перспективне застосування отриманих результатів при обробці деталей з заздалегідь відомим нерівномірним розташуванням припуску, наприклад, поршнів двигунів внутрішнього згорання, які мають не круглий поперечний переріз, а виготовляються з круглої заготовки. В такому випадку важливе значення має зменшення фазового зсуву, що дозволить значно підвищити точність розташування не круглого поперечного перерізу поршня по відношенню до вісі поршневих пальців. | |