**Оргіян Олександр Андрійович. Прогнозування і забезпечення точності остаточної проектуванні лезової обробки складнопрофільних і інших поверхонь обертання (на прикладі комплексної обробки поршнів) : Дис... д-ра наук: 05.02.08 - 2002.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Оргіян А.А.** Прогнозування і забезпечення точності остаточної лезової обробки складнопрофільних і інших поверхонь обертання (на прикладі комплексної обробки поршнів). - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.08 - технологія машинобудування. - Одеський державний національний політехнічний університет, Одеса, 2002.  Дисертація присвячена проблемам прогнозування і підвищення точності оздоблювальної лезової обробки складнопрофільних і інших виконавчих поверхонь обертання деталей типу поршнів ДВЗ, гільз і ін. Вивчено динамічні взаємодії при копіюванні еліпсно-бочкоподібного профілю поршнів, при розточуванні довгих або глибоко розташованих отворів, при обробці канавок. Вивчено вплив коливань на формування динамічних похибок при тонкому точінні і розточуванні. Розроблено розрахункові моделі замкнутих технологічних систем із перемінними характеристиками, що описують змушені коливання під дією кінематичних і параметричних обурень. Вивчено деформируємість поршнів під дією зусиль закріплення і базування. Вивчено параметричну стійкість копіювальних пристроїв. Запропоновано нові конструктивні рішення вібростійких борштанг із підвищеним демпфіюванням для якісної обробки довгих отворів. Досліджувано засоби гасіння коливань при обробці (різання з накладенням заданих вібрацій, іспити нових ефективних віброгасіїв при різанні суцільних і переривчастих поверхонь). Розроблено методику розрахунку статичних і динамічних похибок. Вивчено взаємний вплив збурень від різців при розточуванні трьохступінчастих отворів. | |
| |  | | --- | | 1. Встановлено, що сучасний рівень вимог до точності складнопрофільних і інших виконавчих поверхонь обертання деталей типу поршнів ДВЗ не може бути надійно гарантований застосуванням звичайних технологічних рішень, таких як оптимізація режимів обробки, геометрії інструмента і т.д. Запропонована і реалізована наукова концепція сполучення раціональних технологічних методів викінчувальної обробки таких поверхонь із методами підвищення динамічної якості пружних систем верстатів, що дозволяє істотно зменшити динамічні похибки обробки до величини порядку 0,5-1 мкм. 2. Вивчено деформованість поршнів під дією зусиль базування і закріплення. На основі систематизації й аналізу технологічних схем базування, закріплення й обробки поршнів обґрунтована можливість повної (комплексної) їхньої обробки з однієї установки на обробних верстатах з об'ємними копірами. Менші деформації і найвищу точність викінчувальної обробки складнопрофільної поверхні забезпечує схема установки поршня, що передбачає притиск його піноллю із зовнішньої поверхні денця й одночасно штовхачем із внутрішньої поверхні денця. 3. Встановлено, що рівень коливань при копірній обробці складнопрофільних поверхонь поршнів на 90-95% визначається кінематичними впливами, що виникають при ковзанні щупа по поверхні некруглого копіра, і параметричними впливами від переривчастості поверхні. Внесок деформацій шпинделя, що несе поршень і копір, у динамічні похибки невеликий і не перевищує 0,5-1 мкм. 4. З урахуванням аналізу величини похибок визначена найбільш раціональна послідовність технологічних операцій, що включає: попереднє обточування поршнів із глибиною різання до 0,2 мм, прорізку, калібрування канавок і підрізку денця зі збільшенням зусилля закріплення до 4,5 кН, остаточне обточування складнопрофільної поверхні з глибиною різання до 0,1 мм при зменшенні зусилля закріплення до 0,5 кН, тонке розточування отворів під поршневий палець. 5. Формування похибок обробки складного просторового профілю вивчено на основі порівняння гармонічних розкладань функцій, що описують профілі копіра і поршня. Встановлено, що основним джерелом динамічної похибки при копірній обробці є розходження в перетворенні окремих гармонік функції, що описує профіль копіра, амплітудно-частотними характеристиками технологічної системи. Вплив АЧХ системи на перетворення гармонік функції форми перерізу зростає з ростом частоти обертання шпинделя: так, при малих значеннях крутильної жорсткості і жорсткості притискної пружини збільшення частоти обертання вдвічі призводить до трикратного зростання динамічної похибки.   На АЧХ системи визначальний вплив роблять маси важелів щупа і різця, крутильна жорсткість скалки, контактна жорсткість щупа і жорсткість притискної пружини. Встановлено, що тонке регулювання швидкості різання або зміна масогеометричних або жорсткостних характеристик технологічної системи може різко зменшити динамічні похибки обробки. Так, збільшення крутильної жорсткості скалки від 0,05 МНм до 0,1 МНм за інших рівних умов зменшує динамічну похибку в 1,5-2 рази.   1. Для прогнозування, розрахунку і можливого зменшення динамічних похибок при копірній обробці складнопрофільних поверхонь розроблені розрахункові моделі технологічних систем із перемінними характеристиками, що описують зв'язані згинні коливання шпинделя, який несе копір і поршень, і крутильні коливання скалки, що несе щуп і різець. Дано рекомендації щодо визначення параметрів моделей і встановлено, що збільшення крутильної жорсткості скалки і контактної жорсткості щупа за інших рівних умов призводить до зменшення похибок, а спільна зміна контактної жорсткості щупа і жорсткості притискної пружини дозволяє оптимізувати систему за критерієм точності обробки. 2. На основі поширення методу зшивання для вивчення параметричної усталеності на системи з двома ступенями свободи побудовані зони стійких і нестійких рішень, що визначають працездатність слідкуючої системи. Вивчено вплив зміни параметрів системи і режимів різання на форму зон. Зокрема, установлена немонотонна залежність величини критичного коефіцієнта збудження від номера зони нестійкості при зміні демпфіювання.   Зміна припуску з частотою обертання при тонкому точінні (розточуванні) не призводить до розвитку параметричних резонансів, а діє як зміна настройки, тобто як зовнішній вплив на процес різання.   1. Істотне розширення технологічних можливостей операції тонкого розточування виявлено при обробці довгих або глибоко розташованих отворів спеціальними вібростійкими борштангами з відношенням довжини до діаметра до 12. Ефект підвищеного демпфіювання коливань виникає при подачі робочого середовища (повітря, рідини) під тиском через внутрішні канали в зазор між борштангою і оброблюваним отвором. Встановлено, що при подачі повітря в зазор під тиском 250кПа амплітуда коливань зменшується в 2-3 рази, а відхилення від круглості мають значення порядку 1-2 мкм (*d*= 30 мм, */d* = 7) при характерних для тонкого розточування режимах обробки. 2. Для зменшення динамічних похибок обробки запропоновані і досліджені різноманітні засоби гасіння коливань при тонкому точінні (розточуванні) в умовах обробки суцільних і переривчастих поверхонь:   застосування багатомасового гасія з оптимізованими параметрами при переривчастому різанні зменшує амплітуду коливань інструмента приблизно в 3 рази в порівнянні з неналагодженим гасієм;  застосування нових віброгасіїв із дроселюванням робочого середовища між дисками; при цьому технологічні можливості операції тонкого розточування забезпечують відхилення від круглості » 13 мкм, і *Rа*= 1 1,5 мкм для отворів із */d* до 10;  збудження коливань у напрямку подачі для гасіння коливань по нормалі до оброблюваної поверхні; при певному співвідношенні частоти осьових коливань і швидкості обертання шпинделя амплітуди коливань по нормалі до оброблюваної поверхні зменшувалися в 5 разів. Ефект гасіння пов'язаний із параметричним характером взаємодії між двома формами коливань.   1. Удосконалено методологію розрахунків статичних і динамічних похибок при тонкому розточуванні. Розрахунок часткових статичних похибок, що виникають через розбіжність осі отвору в заготовці з віссю шпинделя, відхилення від круглості отвору в заготовці і нерівномірну радіальну податливість у різця по куту повороту шпинделя, зведений до використання номограм.   Розраховане значення відхилень від круглості, що викликані пружними коливаннями. Так, при глибині різання 0,1 мм і параметрах борштанги */d* = 4, *d* = 30 мм розмір цих відхилень складає 0,4 мкм.   1. Досягнуті при рішенні поставлених задач результати, реалізовані при проектуванні і виготовленні спеціального технологічного устаткування (верстати ВК 965, В 98, ОСА 2022). | |