

Технологічні основи шліфування нежорстких деталей зі складною поверхнею

Технологические основы шлифования нежестких деталей со сложной поверхностью

Technological bases of grinding of non-rigid details with a complex surface

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0113U001875, НТУУ «КПІ» - 2649-п.**
- 2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Петраков Ю.В., Петраков Ю.В., Petrakov Y.V.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

При виконанні роботи використані розроблені на кафедрі технології машинобудування методики комп'ютерного моделювання процесів формоутворення та зрізування припуску при шліфуванні, методики отримання математичних моделей на базі методів планування експериментів, методики оцінювання точності та якості обробленої деталі. Всі натурні експерименти проводились на модернізованому круглошліфувальному верстаті з ЧПК 3M152MBФ3, який був обладнаний системою ЧПК фірми Siemens.

В основу роботи було закладено дві науково-технічні ідеї.

Перша полягає у створенні нових верстатних пристроїв у вигляді автоматично керованих люнетів, що дозволять відслідковувати змінний за довжиною діаметр, підтримувати заготовку при зміні її діаметру в широкому діапазоні і забезпечувати необхідну жорсткість при шліфуванні оправок малої жорсткості зі складним профілем на верстаті з ЧПК. Такі люнети виконують підтримку деталі малої жорсткості (відношення довжини до діаметру сягає 80..100) в місці оброблення і автоматично реагують на зміну діаметра поперечного перерізу за довжиною оправки.

Друга полягає в розробці нової САМ системи автоматизованої підготовки управляючих програм, яка реалізує оптимальне управління за критерієм максимальної продуктивності при безумовному виконанні вимог за якістю обробленої поверхні. САМ система автоматизованого програмування структурована за вже перевіреними принципами: представлення цифрових моделей заготовки і деталі у формі трьохмірних цифрових масивів, моделювання процесу зрізування припуску при шліфуванні, проектування закону управління за розв'язанням задачі оптимізації з застосуванням граничного алгоритму швидкості зрізування припуску від величини припуску, що залишився.

Крім того, для оцінювання точності форми було розроблене спеціальне програмне забезпечення, яке здатне визначати основні геометричні параметри (биття, відхилення профілю від заданого, відхилення від круглості тощо) за результатами цифрового файлу вимірювань на верстаті за допомогою інкрементального вимірювального щупа фірми Heidenhain.

(рос.)

При выполнении работы использованы разработанные на кафедре технологии машиностроения методики компьютерного моделирования процессов формообразования и срезания припуска при шлифовании, методики получения математических моделей на базе методов планирования экспериментов, методики оценивания точности и качества обработанной детали. Все натурные эксперименты проводились на модернизированном круглошлифовальном станке с ЧПУ 3M152MBФ3, который был оборудован системой ЧПУ фирмы Siemens.

В основу работы были заложены две научно-технические идеи.

Первая заключается в создании новых станочных устройств в виде автоматически управляемых люнетов, которые позволят отслеживать переменный по длине детали диаметр, поддерживать заготовку при изменении ее диаметра в широком диапазоне и обеспечивать необходимую жесткость при шлифовании оправок малой жесткости со сложным профилем на станке с ЧПУ. Такие люнеты выполняют поддержку детали малой жесткости (отношение длины к диаметру достигает 80..100) в месте обработки и автоматически реагируют на смену диаметра поперечного сечения оправки.

Вторая заключается в разработке новой САМ системы автоматизированной подготовки управляющих программ, которая реализует оптимальное управление по критерию максимальной производительности при безусловном выполнении требований по качеству обработанной поверхности. САМ система автоматизированного программирования структурирована за уже проверенными принципами: представление цифровых моделей заготовки и детали в форме трехмерных цифровых массивов, моделирование процесса срезания припуска при шлифовании, проектирование закона управления, решение задачи оптимизации с применением предельного алгоритма скорости срезания припуска от величины оставшегося припуска.

Кроме того, для оценивания точности формы было разработано специальное программное обеспечение, которое способно определять основные геометрические параметры (битье, отклонение профиля от заданного, отклонение от круглости и т.п.) по результатам цифрового файла измерений на станке с помощью инкрементального измерительного щупа фирмы Heidenhain.

(англ.)

For implementation of work the engineers of method of computer simulation of cutting processes are used at grinding, methods of mathematical models on the base of methods of planning of experiments, method of evaluating on of exactness and quality of the machining detail. All of model experiments was conducted on the modernized CNC machine-tool 3M152MBФ3, which was equipped the system CNC Siemens.

In basis works were stopped up two scientific and technical ideas.

The first consists in creation of new machine-tool devices as automatically rests, which will allow to track a variable on length of detail diameter, support a workpiece at the change of its diameter in a wide range and provide necessary rigidity at grinding of mounting of small inflexibility with a complex profile on a CNC machine-tool. This rests execute support of detail of small inflexibility (attitude of length toward a diameter arrives at 80..100) in the place of cutting and automatically react on changing of diameter of cross-sectional of mounting.

The second consists in development new systems of the computer aided manufacturing for preparation of the program control, which will realize an optimum rate of cutting. The system of the automated programming is structured after the already tested principles: presentation of digital models of allowance and detail in form digital arrays, design of process of cutting away of allowance at grinding, decision of optimization task with the use of maximum algorithm of material removal rate.

In addition, for the evaluation of exactness of form the special software which is able to determine basic geometrical parameters (beating, deviation of profile from set, deviation from a roundness etc.) on results the digital file of measuring on a machine-tool by measuring device Heidenhain was developed.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Петраков Ю. В., Пасічник В. А., Ковальчук Д. П. Адаптивний люнет для шліфування нежорстких фасонних деталей круглого перерізу. Патент України №57083, 10.02.2011, бюл. № 3/2011, заяв. u201008836, 15.07.2010, МПК: B24В 41/00, B23Q 1/00 (2011.01).

- Петраков Ю.В., Чамата С.М. Люнет для шліфування нежорстких фасонних деталей круглого перерізу. Патент України № 74812, 12.11.2012, бюл. № 21/12.11.2012, заяв. u201205265, 27.04.2012, МПК: B24В 41/00 (2012.01).

- Петраков Ю. В., Чамата С. М. Люнет для шліфування нежорстких фасонних деталей круглого перерізу. Патент України на корисну модель №85441, МПК (2013.01) B24B 41/00 B23Q 1/00. / Опубл. 25.11.2013, Бюл. № 22.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Рівень розробки відповідає світовому рівню в частині створення спеціальних люнетів, що підвищують жорсткість в 3-5 разів системи при змінному діаметрі поперечного перерізу деталі, а в частині розробленої інтегрованої CAD/CAM системи – перевищує світовий рівень в тому, що автоматично проектує управляючу програму шліфувального верстата з ЧПК, яка забезпечує оптимальний цикл шліфування, а не тільки рухи формоутворення, як у відомих CAD/CAM систем (фірми Delcam, Mastercam, ProEngineer та ін.).

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Створена САМ система може використовуватись для програмування і контролю операцій шліфування оправок станів холодної прокатки труб та для підготовки програм для шліфувальних верстатів з ЧПК, що використовуються у будь-яких галузях промисловості. Суттєва відмінність від існуючих САМ систем полягає в автоматичному призначенні управління режимом різання, що стабілізує процес вздовж формоутворюючої траєкторії і оптимізує його. Проведені експериментальні дослідження створеної САМ-системи дозволили встановити, вона на **порядок** прискорює процес технологічної підготовки операції шліфування на верстаті з ЧПУ; гарантується підвищення продуктивності обробки не менше чим в **1,5 рази**; оброблені деталі по параметрах шорсткості поверхні і точності відповідають вимогам креслення.

Розроблена конструкція самоцентрівного люнету дозволяє виконувати оброблення мало жорстких деталей на шліфувальних верстатах, виготовлення яких іншим способом просто неможливе.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Результати роботи можуть застосовуватись у металургійній галузі, зокрема, при виготовленні інструментарію для холодної прокатки труб, а розроблений пристрій, зокрема самоцентрівний люнет, для якого є робочий проект для виготовлення, може використовуватись для виготовлення будь-яких мало жорстких деталей.

8. Стан готовності розробки.

Створена САМ система автоматизованого проектування управляючих програм круглошліфувальних верстатів з ЧПК доведена до кінцевого продукту, про що свідчать акти впровадження у реальне виробництво. Можливе виготовлення розроблених конструкцій люнетів для забезпечення оброблення різанням будь-яких нежорстких деталей.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи використовуються на ЗАТ «Сентравіс» у м. Нікополь при виготовленні оправок станів холодної прокатки труб. Створена САМ-система автоматизує процес проектування програм для модернізованого спільно з ТОВ «ЛБЮ-тех» (м. Київ) круглошліфувального верстата з ЧПК 3M152MBФ3, який був обладнаний системою ЧПК фірми Siemens (акти впровадження додаються). Підтверджено підвищення продуктивності при забезпеченні якості робочої поверхні оправок.

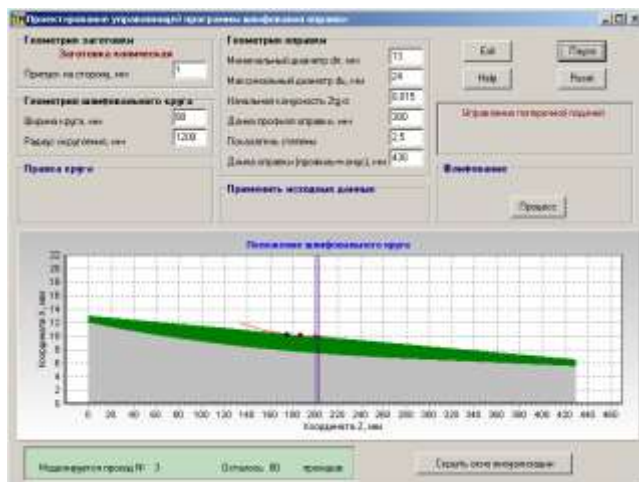
Основні положення роботи використовуються при підготовці фахівців за напрямом «Інженерна механіка» та магістерською програмою „Технологія машинобудування”. Так, на основі результатів цього наукового дослідження розроблені нові розділи курсу лекцій з дисциплін «Управління процесами різання», лабораторно-комп’ютерні практикуми з дисципліни «Управління процесами різання», лабораторні роботи з дисципліни «Технологічні процеси для верстатів з ЧПК».

Результати дослідження активно використовуються при підготовці навчальних посібників і програмних продуктів Галузевої лабораторії, що використовуються не тільки у багатьох ВНЗ України, а й за кордоном.

Науково-практичні результати виконання проекту використовуються при підготовці бакалаврів з інженерної механіки, спеціалістів та магістрів з технології машинобудування при викладанні наступних дисциплін: 1.Інформатика, 2.Мікропроцесорна техніка, 3.Теорія різання, 4.Теорія автоматичного управління технологічними системами, 5.Управління процесами різання, 6.Виконання курсових, дипломних проектів, 7.Бакалаврських дипломних робіт, 8.Магістерських дисертацій. За тематикою проекту захищено 9 дипломних проектів та магістерських дисертацій, створено студентський науковий гурток.

10. Назва організації, телефон, E-mail

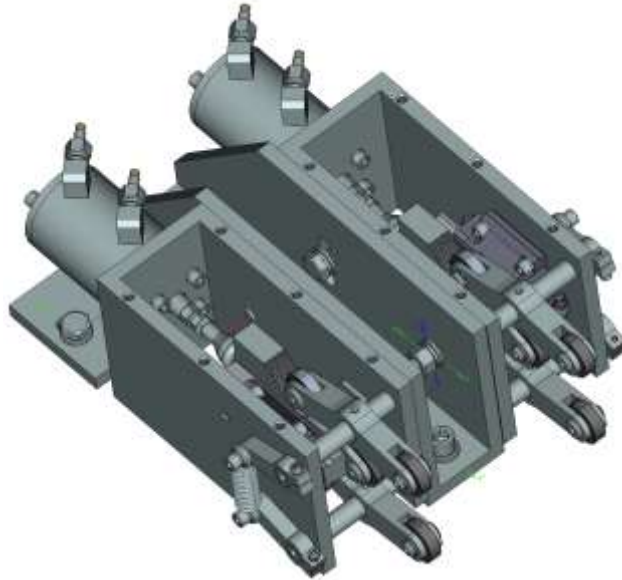
НТУУ"КПІ", механіко-машинобудівний інститут, кафедра технології машинобудування, тел.406-81-06, E-mail: tm_mmi@kpi.ua



Інтерфейси створеної САМ-системи програмування верстата з ЧПК



Процес шліфування оправки за програмою, що спроектована САМ-системою



Конструкція самоцентрівного люнету

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Петраков Ю.В., Паньків К.М., Чамата С.М. Вимірювання точності шліфування нежорстких деталей з криволінійною утворюючою. Восточно-европейский журнал передовых технологий №2/7 (62), 2013, с.22-26.
2. Петраков Ю.В., Білокур І.Д. Визначення відхилення від круглості оправки стану холодної прокатки труб. Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки», випуск 41, частина 1, ЛНТУ, Луцьк, 2013, с.199-202..
3. Петраков Ю.В., Сімута Р.Р. Математическая модель исходных данных системы управления 3D фрезерованием на станках с ЧПУ. Наукові праці ДонНТУ. Серія машинобудування і машинознавство – Донецьк, 2013 випуск 1(10) с.167-176.
4. Петраков Ю.В., Кореньков В.М., Мацківський О.С. Ідентифікація процесу різання на верстаті з ЧПК. Зб. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем, №32, Краматорськ, 2013. с.312-316.
5. Петраков Ю.В., Pisarenko V. The CAD/CAM system module for design of NC data for 3D surfaces machining of human knee-joint prosthesis. journal of mechanical engineering NTUU “Kiev Polytechnic Institute”, №67, 2013, pp 73-83.
6. Петраков Ю.В. Контроль отклонения от круглості при шліфованні на станках с ЧПУ. Прогресивні технології і системи машинобудування / Міжнародний збірник наукових праць – Донецьк, 2013 випуск 1,2(46) с.245-250.
7. Петраков Ю.В., Писаренко В.В. Проектирование траекторий холостых движений при шліфованні 3D поверхності протеза колінного сугава человека. Вісник СевНТУ / Збірник наукових праць, серія машиноприладобудування та транспорт – Севастополь, 2013, вип. 140 с.104-109.
8. Петраков Ю.В. Моделирование отклонения формы при круглом шліфованні. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Зб. наук. праць вип. 1(2) ОНПУ, Одеса, 2013, с.63-71.
9. Петраков Ю.В. Сімута Р.Р. Моделювання процесу зрізування припуску під час контурного фрезерування Вісник Національного університету «Львівська політехніка» Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні, Львів, 2014. с.142-148.
10. Петраков Ю.В. Визначення умов закріплення заготовки при розточуванні отворів Вісник СевНТУ Випуск 150, Севастополь, 2014.-С.113-120.
11. Петраков Ю.В. Чамата С.М. Управление шліфованіем оправок станов холодної прокатки труб Вісник СевНТУ Випуск 151, Севастополь, 2014.-С.127-134.

12. Петраков Ю.В. Условия закрепления заготовки в станочных приспособлениях первого и второго типа при торцевом фрезеровании Международный сборник научных трудов Донецкого национального технического университета «Прогрессивные технологии и системы машиностроения» – Донецьк, 2014 выпуск 3(49) С.155-164.