

Автоматизация проектирования та прогнозування працездатності черв'ячних фрез

Автоматизация проектирования и прогнозирования работоспособности червячных фрез

Computer-aided design and programming of capacity for work of gear hobs

1. Номер державної реєстрації теми - 0115U002412,

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Пасічник В.А., Пасечник В.А., Pasichnyk Vitaliy A.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.) Реалізовано принципово новий підхід до вирішення задач автоматизованого проектування інструментального забезпечення для зубооброблення у вигляді САПР, яка в комплексі розглядає проектування черв'ячних фрез, аналіз умов його експлуатації, прогнозування експлуатаційних властивостей, аналіз та вибір доцільного варіанту з точки зору технології виготовлення та геометрії зубооброблювального інструменту, створення тривимірних моделей для контролю.

Теоретичною основою розробки є узагальнення методів багатьох досліджень в області проектування різних типів різальних інструментів та методів, що використовуються при розробці інформаційних технологій проектування, аналізу та контролю виробів машинобудування. Робота виконана на нових підходах визначення геометричних параметрів та завантаження різальної частини зубооброблювального інструменту, а саме в статичній та кінематичній системі координат, що відтворюють реальні значення цих параметрів в процесі різання таким інструментом. Визначення завантаження та геометричних параметрів різальної частини зубооброблювального інструменту в кінематичній системі координат дало можливість прогнозувати працездатність такого інструменту.

Автоматизації проектування черв'ячних фрез виконана з врахуванням просторової теорії формоутворення зубчастих коліс черв'ячними фрезами, що дозволило на стадії проектування цього інструменту визначати вплив його конструктивних і геометричних параметрів та параметрів процесу нарізання зубчастих коліс на точність черв'ячних фрез, аналізувати завантаження різальних кромek в процесі роботи цього інструменту і за рахунок цього отримати можливість створення черв'ячних фрез підвищеної точності, працездатності і продуктивності. Отримані в САПР 3D моделі можуть бути використані як аналітичні еталони при автоматизованому контролі їх після виготовлення на координатно-вимірювальних машинах.

(рос.) Реализовано принципиально новый подход к решению задач автоматизированного проектирования инструментального обеспечения зубообработки в виде САПР, которая в комплексе рассматривает проектирование червячных фрез, анализ условий их эксплуатации, прогнозирование эксплуатационных свойств, анализ и выбор целесообразного варианта с точки зрения технологии изготовления и геометрии зубообрабатывающего инструмента, создание трехмерных моделей для контроля.

Теоретической основой разработки является обобщение методов многих исследований в области проектирования различных типов режущих инструментов и методов, используемых при разработке информационных технологий проектирования, анализа и контроля изделий машиностроения. Работа выполнена на новых подходах определения геометрических параметров и загрузки режущей части зубообрабатывающего инструмента, а именно в статической и кинематической системе координат, которые воспроизводят реальные значения этих параметров в процессе резания таким инструментом. Определение загрузки и геометрических параметров режущей части зубообрабатывающего инструмента в кинематической системе координат позволило прогнозировать работоспособность такого инструмента.

Автоматизация проектирования червячных фрез выполнена с учетом пространственной теории формообразования зубчатых колес червячными фрезами, что позволило на стадии проектирования этого инструмента определять влияние его

конструктивных, геометрических параметров и параметров процесса нарезания зубчатых колес на точность червячных фрез, анализировать загрузку режущих кромок в процессе работы этого инструмента и за счет этого получить возможность создания червячных фрез повышенной точности, работоспособности и производительности. Полученные в САПР 3D модели могут быть использованы как аналитические эталоны для автоматизированного контроля их после изготовления на координатно-измерительных машинах.

(англ.) New approach to computer-aided design of the gear manufacture are implemented. CAD is complex considered the design of gear hobs, analysis of the conditions of their operation, running abilitys, analysis and selection of appropriate option from the point of view of manufacturing technology and the geometry of gear cutting tools, the creation of three-dimensional models for control.

The theoretical basis of the development is a generalization of the many studies in the design of various types of cutting tools and methods used in the development of information technology design, analysis and control engineering products. Work done on new approaches to determine the geometry and loading gear cutting tool of the cutting part, namely, static and kinematic coordinate system that replicate actual values of these parameters in a tool during cutting. Determination of loading and geometric parameters of the cutting tools in the kinematic coordinate system allowed to predict the working capacity of the tools. 3D CAD models can be used as analytical standards for the automated control of them after production on co-ordinate measuring machines.

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

- Карпенко А.В., Равська Н.С., Охріменко О.А., Каричківський М.І. Черв'яча фреза для обробки зубчастих коліс. Патент на корисну модель № 98988, МПК: B23F 1/00, опубл. 12.05.2015, бюл. № 9/2015.
- Юхимчук В.М., Пасічник В.А. Комп'ютерна програма «OCTS». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №64544, опубл. 18.03.2016.
- Юхимчук В.М., Пасічник В.А., Баленко А.В. Комп'ютерна програма «FTTH». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №64543, опубл. 18.03.2016.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Науково технічний рівень виконаної роботи перевищує світовий рівень, оскільки в розробленій системі усунені недоліки, які присутні в існуючих на ринку системах автоматизованого проектування черв'ячних фрез, а саме: в основу таких систем проектування черв'ячних фрез, як вітчизняних так і закордонних покладено спрощений проектний розрахунок параметрів черв'ячної фрези на площині з заміною гвинтової поверхні фрези плоскою рейкою; у всіх системах не має аналізу і розрахунку параметрів геометрії різальної частини фрези - при розрахунках задаються передній і задній кут тільки в інструментальній системі; модуль розрахунку параметрів зрізаного шару присутній тільки в САПР «ФРЕЗА» (Російська Федерація), однак ця задача вирішується спрощено, заміною схеми різання черв'ячної фрези, при якій складний рух зуба фрези відносно заготовки колеса замінюється на процес формування заготовки рейкою у площині. Крім того жодна із існуючих систем не враховує технологію виготовлення інструменту і її вплив на параметри зубчастого колеса, що будуть нарізатися таким інструментом.

6. Економічна привабливість для просування на ринок (вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники).

Застосування розроблених нових засобів (програмного забезпечення) дозволяє значно знизити собівартість та підвищити якість виробів, до складу яких входять зубчасті колеса:

- знизити до 1,5 разів час технологічної підготовки виробництва нових конструкцій зубчастих коліс;
- знизити на 15% затрати коштів на виготовлення зубчастих коліс, що вже виготовляються;
- забезпечити підвищення точності на 1 клас без суттєвого підвищення собівартості.

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

Підприємства машинобудівної та авіаційної галузей, де гостро стоїть проблема підвищення ефективності виготовлення зубчастих коліс та компанії, які займаються розробкою та розповсюдженням програмного забезпечення для автоматизації проектування в машинобудуванні.

8. Стан готовності розробки (лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження).

Розроблено діючі модулі програмного забезпечення – комп'ютерні програми, які реалізували автоматизацію проектування та аналізу працездатності черв'ячних фрез, створення їх тривимірних моделей як аналітичних еталонів, що дає змогу прогнозувати стійкість інструменту, якість та забезпечити підвищення продуктивності всієї технологічної системи механічної обробки. В цілому, розробка готова до впровадження на інших підприємствах без потреб у додатковому фінансуванні. Виключенням можуть стати випадки, коли споживач програмного продукту (компанія) висуне специфічні вимоги, які потребуватимуть доопрацювання.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи пройшли промислово апробацію та впроваджені на АТ «Мотор Січ», ПАТ «НКМЗ», ВАТ «КЗМО», ДП «Новатор», ТОВ НВП «Віднова», в результаті чого досягнуто підвищення точності зуборізних фрез, зменшення часу та затрат на операції виготовлення такого інструменту, доведена можливість знизити кваліфікацію персоналу для цих операцій. Результати роботи використані при виконанні робіт для АТ «Мотор Січ» по створенню системи 3D проектування моделі обкочувального сектора для вальцювання компресорних лопаток газотурбінного двигуна, що забезпечило якість проектування та підвищення ефективності виготовлення прокатних секторів та зменшення строків їх виготовлення.

10. Форма участі інвестора

Інвестор має можливість купити виключну або часткову ліцензію на нове програмне забезпечення.

11. Обсяг інвестицій

Не потребує

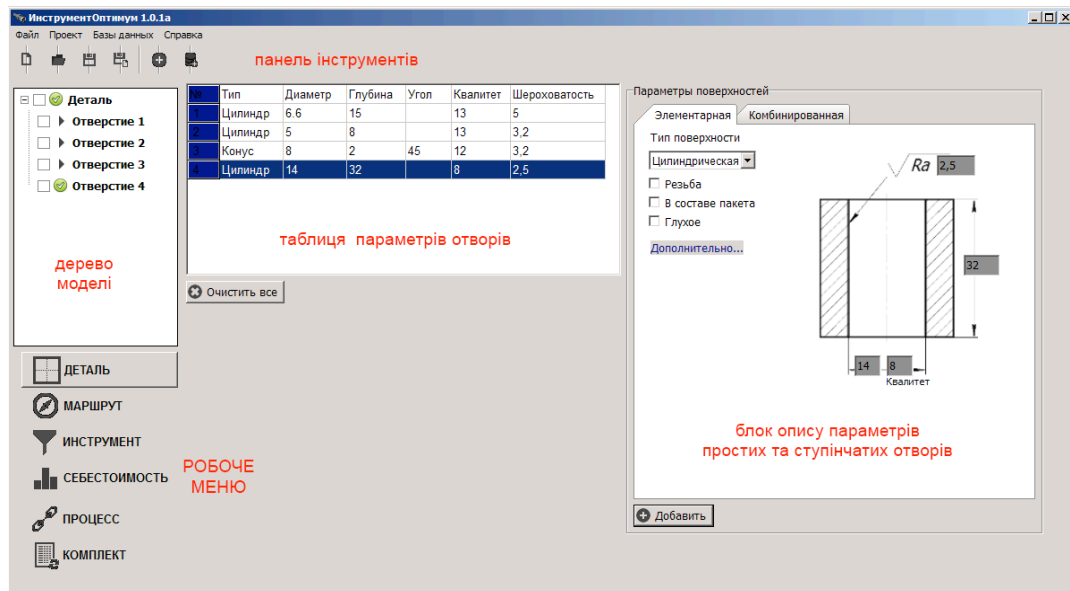
12. Мета інвестицій

Підвищення функціональних можливостей програмних продуктів.

13. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Механіко-машинобудівний інститут, кафедра інтегрованих технологій машинобудування, +38-044-204-82-55, itm@kpi.ua.

14. Фото або декілька слайдів презентації з фото розробки в електронному вигляді (рекламного характеру). Якщо фото надається окремим файлом, бажано використовувати JPEG формат.



Головне вікно системи синтезу інструментального забезпечення

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання (вагомї монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації).

- Равська Н.С. Металорізальні інструменти: підручник / Н.С. Равська, П.П. Мельничук, Р.П. Родін. - Житомир: ЖДТУ, 2016. - 612 с. ; протокол метод. ради № 2; від 30.05.2016.
- Майборода В.С. Методи підвищення роботоздатності різального інструменту: [Електронний ресурс] навчальний посібник для студ. напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» / : В.С. Майборода, І.В. Слободянюк, Д.Ю. Джулій. – К: НТУУ «КПІ», 2016. – 183 с.; протокол метод. ради № 8; від 30.06.2016.
- Воробйов С.П., Карпенко А.В., Равська Н.С. Особливості нарізання арочних зубчастих коліс методом копіювання // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №36, 2015. – 176с. – С.102-109.
- Ковалева Л.И. Моделирование круглых фасонных резцов в Autodesk Inventor / Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами II міжнародної науково-практичної конференції: «Інноваційні підходи і сучасна наука», 1 частина м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К.: Центр наукових публікацій, 2016. – 132с.-С.81-87
- Майборода В.С., Ковальова Л.І., Ткачук І.В., Джулій Д.Ю. Моделювання та оптимізація елементів технологічних систем // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наук.праць. – Краматорськ, 2015. – Вип. 36. – С.127 – 131.
- Майданюк С.В., Іванюк В.М. Товщина зрізу при роботі дисковими відрізними фрезами з різнонаправленими зубцями // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №36, 2015. – 176с. – С.26-30.
- Парненко В.С. Методика расчета угла поворота инструмента второго порядка для получения определенного наклона зубьев обрабатываемых инструментов. Збірник наукових праць "Велес". За матеріалами міжнародної конференції "Наука в епоху дисбалансів". - Київ, 2016. - С.95-97.
- Парненко В.С. Определение профиля зуба дисковой пилы, обрабатываемого дисковой обкаточной фрезой / Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції: «Інноваційні підходи і сучасна наука», м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К. : Центр наукових публікацій, 2015. –172с. – С.46-47.

- Пасечник В.А., Хмуренко А.А. Методика анализа и оценки размерных цепей для сборных конструкций из ПКМ // Научно-технический журнал «Технологические системы» – 2015. – № 3 (72). С.73-79.
- Пасічник В.А., Адаменко Ю.І., Бесарабець Ю.Й., Степаненко С.О. Забезпечення якості оброблення отворів комбінованими свердлами у деталях з ПКМ // Резание и инструмент в технологических системах. Межд. научн.-техн. сб. Харьков, НТУ «ХПИ». – 2015, Вып.85. – С.233-246
- Пасічник В.А., Хмуренко О.О. Конструктивно-технологічне моделювання композиційних конструкцій з використанням системного аналізу // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2015. – № 4/7(76). С. 15-20
- Пасічник В.А., Хмуренко О.О. Влияние конструктивно-технологических параметров композитных конструкций на синтез размерных цепей // Technologia I automatyzacja montazu. – N 1-2016(91). – P.5-12
- Пасічник В.А., Черказний В.Ю. Систематизація та аналіз методів оброблення отворів в композиційних матеріалах // Вісник НТУУ «КПІ», Серія Машинобудування, № 73. – 2015.– С.29-37.
- Пасічник В.А., Юхимчук В.М. Синтез інструментального забезпечення для оброблення отворів на основі декомпозиції виробу на оброблювані поверхні // Вісник НТУУ «КПІ», Машинобудування № 74. – 2015.– С.18-23
- Равська Н.С., Охріменко О.А. Визначення відхилення профілю зубчастих коліс від евольвентного при їх зубофрезеруванні черв'ячними фрезами // Сучасні технології в машинобудуванні. 2015. – Вип.10. - С. 249-258
- Равська Н.С., Вовк В.В. Графічне визначення статичних геометричних параметрів різальної частини інструменту // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №38, 2016. – 228с. – С.12-17
- Солодкий В.І., Глоба О.В. Моделювання процесів формоутворення // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №36, 2015. – 176с. – С.155-160.
- Охріменко О. А. Загальні основи теорії проектування черв'ячних фрез: дис. докт. техн. наук : 05.03.01 / Охріменко О. А. – Київ, 2015. – 302 с.

16. Ключові слова до розробки: САПР, ЧЕРВ'ЯЧНІ ФРЕЗИ, АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ, АНАЛІТИЧНИЙ ЕТАЛОН, ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ