

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

КІРІНА ЗІНОВ'Я ІГОРІВНА

УДК 621.95.01 : 004.942

**Автоматизація вибору інструментального забезпечення для обробки
пазів**

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
магістр**

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор

Пасічник Віталій Анатолійович

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, професор кафедри інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна

Рецензент

Захист відбудеться „ 16 ” червня 2016 року о 10 годині на засіданні ДЕК кафедри інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к.615-22

З дисертацією можна ознайомитись на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к.611

Актуальність дослідження. Однією з актуальних проблем в сучасному машинобудуванні є підвищення ефективності виробництва. За допомогою автоматизації вибору інструментального забезпечення ми зможемо скоротити терміни технологічної підготовки виробництва, та знизити собівартість виготовлення деталі.

У сучасному механообробному виробництві знаходить широке застосування дороге автоматизоване верстатне устаткування з ЧПК, і помітно зростає роль різального інструменту, якій у значній мірі визначає ефективність оброблення різанням. Автоматизація різального інструменту є складним завданням, тому що це пов'язано з одночасною присутністю широкої номенклатури інструменту, та відсутність в САПР ТП математичного апарату вибору цього інструменту.

При сучасному розвитку виробництва найчастіше присутність оператора не обов'язкова під час всього процесу роботи. Допомога оператора потрібна тільки для заміни інструменту та заготовки, налагодження верстата і запуску програми обробки.

Аналіз існуючих систем автоматизації інструментального забезпечення показав, що навіть у передових світових виробників є програмні модулі що потребують участі оператора. Наша задача, зменшити, а в ідеалі - виключити діяльність оператора з циклу технічного супроводу обробки деталі. Це позбавить нас від наявності людської похибки та знизить собівартість виробу, так як не треба буде враховувати у собівартість деталей витрати на заробітну плату оператору.

Одним з шляхів підвищення ефективності оброблення пазів є розроблення системи кодування конструктивних елементів поверхонь, створення бази даних інструменту, та автоматизація вибору інструментального забезпечення, шляхом проектування та розроблення плагіну, який взаємодіє з середою 3Dмоделювання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» у відповідності з тематичним планом науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності оброблення пазів за рахунок автоматичного вибору інструментального забезпечення.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

1. Аналіз існуючого програмного забезпечення, онлайн сервісів та каталогів для вирішення задач автоматизації вибору інструментального забезпечення

2. Математичні методи опису досліджуваної поверхні, та розробка системи кодування поверхні деталі та інструменту.

3. Розробка, проектування та тестування плагіну.

Об'єкт дослідження – процес синтезу інструментального забезпечення для оброблення пазів.

Предмет дослідження – методи, алгоритми та програмне забезпечення для синтезу інструментального забезпечення для обробки пазів.

Методи дослідження. Виконані дослідження базуються на методах теорії різання матеріалів, теорії формоутворення та математичного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Виявлено і формалізовано зв'язки між конструктивними елементами (пазами) деталей та процесом вибору варіантів інструментального забезпечення для їх оброблення, що дозволило автоматизувати цей процес з максимальною інтеграцією конструкції деталей та технології її механічного оброблення.

Практичне значення отриманих результатів. На основі аналізу було здійснено практичне втілення програмного забезпечення, що дозволяє значно підвищити продуктивність та ефективність автоматичного вибору інструменту, розширює сферу застосування комп'ютерно-інтегрованого виробництва, дає можливість подальшої автоматизації процесів виробництва виробу на всьому етапі його життєвого циклу

Публікації та доповіді на конференціях. За результатами магістерської дисертації було опубліковано тези на тему: «Перспективи автоматизації синтезу інструментального забезпечення операцій фрезерування», у журналі «Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів». Була прийнята участь у IV міжнародній науково-технічній конференції ТК-2016. Також була прийнята участь у XXI міжнародній науково-технічній конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці». Представлена презентація та виступ на тему: «Автоматизація вибору інструменту для мехатронних систем».

Структура дисертації. Магістерська дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури із 32 найменувань. Загальний обсяг магістерської дисертації – 101 сторінок, з них 80 сторінок основного друкованого тексту, ілюстрованого 43 рисунками і 5 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет дослідження і задачі, які автор розв'язує у роботі.

У **першому розділі** автором дається визначення поняття поверхні типу паз, уступ. Виявлено їх загальні відмінності. Також у першому розділі детально розглядається, інструментальне забезпечення для обробки пазів. Були розглянуті та проаналізовані альтернативні методи обробки поверхонь типу паз. Було досліджено, якими інструментами та при яких умовах є можливість обробки тих чи інших поверхонь. На практиці було детально досліджено сучасні методи та методики автоматизації інструменту. Були протестовані та аналізовані онлайн каталоги інструменту та калькулятори для розрахунку режимів різання ведучих світових виробників інструменту.

У **другому розділі** було розглянуто моделі математичного моделювання конструктивних елементів пазів, розроблена система кодування для різних типів пазів, в тому числі їх геометричних параметрів та вимог до точності обробки поверхні (рис 1).

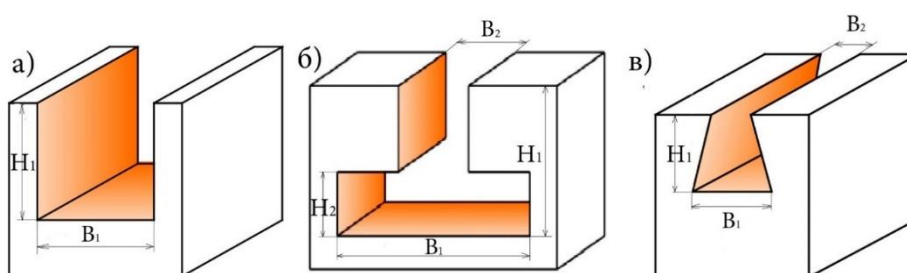


Рис. 1 – Геометричні параметри опису поверхні пазів

Також була створена система кодування для відповідного інструмента. В кодуванні ураховуються такі параметри як: конструктивні особливості інструменту та деталі, їх геометричні параметри, та точність обробки поверхні яку можуть забезпечити ті чи інші варіанти інструментального забезпечення (рис.2).

0	1	2	32	8	0	12	0	0,1	0	6,3	0	0
└──────────┘			└──────────────────────────┘					└──────────────────────────┘				
логічна частина			геометрична частина					точність обробки				

Рис 2 – Приклад кодування деталі

$\{P_{p1}; P_{p2}; P_{p3}\}$ – Блок логічного опису конструкції пазу.

За параметр P_{p1} – тип пазу;

За параметр P_{p2} – цілісність пазу;

За параметр P_{p3} – виконання пазу.

$\{P_{p4}; P_{p5}; P_{p6}; P_{p7}; P_{p8}\}$ – Блок опису геометричних параметрів пазу.

Таким чином, маємо:

P_{p4} – довжина пазу - L. Це обов'язкове значення кодування;

P_{p5} – ширина пазу - В₁. (Обов'язкове значення);

P_{p6} – ширина вузької частини пазу - В₂. (Необов'язкове значення);

P_{p7} – глибина паза - Н₁. (Обов'язкове значення);

P_{p8} – глибина виступу паза - Н₂ (Необов'язкове значення).

$\{P_{p9}; P_{p10}; P_{p11}; P_{p12}; P_{p13}\}$ – Блок опису необхідної точності обробки.

Таким чином, маємо:

P_{p9} – допуск симетричності;

P_{p10} – допуск паралельності;

P_{p11} – шорсткість бокових стінок;

P_{p12} – шорсткість нижньої площини;

P_{p13} – шорсткість бокових стінок при обробці Т-подібних пазів.

Для більш ефективного вибору потрібного інструменту, нам необхідно ввести систему кодування конструктивних параметрів фрез. Система кодування буде враховувати наступні блоки: логічну частину, до якої будемо відносити тип фрези (кінцева, Т-подібна, фреза для обробки пазів ластівчин хвіст); частину з геометричними параметрами фрез (довжина робочої частини, діаметр фрези) та конструктивні характеристики (кількість зубів фрези, кут нахилу ріжучої кромки, можливість подачі СОТС, цільна або збірна фреза) (рис.3).

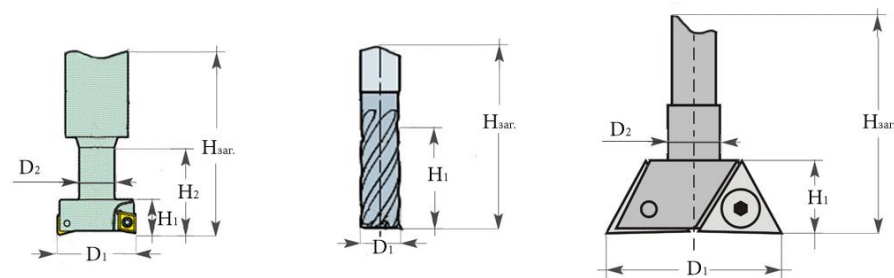


Рис. 3 – Геометричні параметри фрез

$\{P_{t1}\}$ – Блок логічного опису конструкції фрези.

P_{t1} – тип фрези . Обирається згідно з функціональною конструкцією паза. Індекс кодування будемо присвоювати згідно з таблицею 2.1.

0 – фреза для оброки прямих пазів;

1 – фреза для оброки Т-подібних пазів;

2 – фреза для оброки пазів типу ластівчин хвіст.

$\{P_{t2}; P_{t3}; P_{t4}; P_{t5}\}$ – Блок геометричних параметрів фрези. Більш детально геометричні параметри фрези зображені на рисунку 3.

P_{t2} – діаметр фрези – D_1 . (Обов'язкове значення);

P_{t3} – діаметр вузької частини фрез – D_2 . (Необов'язкове значення);

P_{t4} – висота фрези – H_1 . (Обов'язкове значення);

P_{t5} – висота виступу фрези – H_2 . (Необов'язкове значення).

$\{P_{t6}; P_{t7}; P_{t8}; P_{t9}\}$ – Блок геометричних параметрів фрези. Більш детально геометричні параметри фрези зображені на рисунку 2.8.

P_{t6} – кількість зубів фрези – z .

P_{t7} – кут нахилу ріжучої кромки – ω .

P_{t8} – можливість подачі СОТС.

P_{t9} – цільна або збірна фреза.

Якщо конструкцією фрези передбачено подачу СОТС у зону різання, цей параметр будемо позначати як – 1. Якщо конструкцією фрези подача СОТС не передбачається будемо позначати як – 0. Також само будемо кодувати і цільність фрези. Якщо фреза цільна, будемо позначати її при кодуванні як – 1. В іншому випадку, якщо фреза збірна – 0.

Всі можливі варіанти кодування наведені у таблиці 1.

Також була спроектована та реалізована внутрішня структура роботи плагіну. За допомогою UML діаграм ми наглядно продемонстрували, які компоненти взаємопов'язані між собою, та як і в який час, той чи інший компонент плагіну буде виконувати операцію. Також було розглянуто як користувач взаємодіє з плагіном.

Таблиця 1

Таблиця можливих варіантів кодування

Тип паза $\{P_{p1}; P_{p2}; P_{p3}\}$	Фреза	Основні обмеження		
000	Кінцева фреза $P_{t1} = 0$	$D_{\phi} \geq B_1 \quad (P_{t2} \geq P_{p2})$	$L_{\phi} \geq H_1 \quad (P_{t1} \geq P_{p7})$	
001				
002				
010		$D_{\phi} = B_1$	$L_{\phi} \geq H_1$	
011		$(P_{t2} = P_{p2})$	$(P_{t1} \geq P_{p7})$	
012				
100	Т-подібні фрези $P_{t1} = 1$	$B_1 \geq B_2 \quad (P_{p5} \geq P_{p6})$ $H_1 \leq H_2 \quad (P_{p8} \leq P_{p7})$	$L_{\phi} \geq H_1 \quad (P_{t4} \geq P_{p6})$ $L_{\phi 2} = H_2 \quad (P_{t5} = P_{p7})$	
101		$D_{\phi 1} = B_1 \quad (P_{t2} = P_{p5})$ $B_1 \geq B_2 \quad (P_{p5} \geq P_{p6})$ $H_1 \geq H_2 \quad (P_{p7} \geq P_{p8})$	$L_{\phi} \geq H_1 \quad (P_{t4} \geq P_{p6})$ $L_{\phi 2} = H_2 \quad (P_{t5} = P_{p8})$	
102		Нема рішень		
110		$D_{\phi 2} = B_1$	$L_{\phi} \geq H_1 \quad (P_{t4} \geq P_{p6})$	
111		$(P_{t3} = P_{p5})$	$L_{\phi 2} = H_2 \quad (P_{t5} = P_{p8})$	
112		Нема рішень		
200		Фрези ластівчин хвіст $P_{t1} = 2$	$D_{\phi 2} = B_2 \quad (P_{t3} = P_{p6})$	$L_{\phi} = H_1 \quad (P_{t4} = P_{p6})$
201			$D_{\phi 1} = B_1 \quad (P_{t2} = P_{p5})$	
202	Нема рішень			
210	$D_{\phi 2} = B_2 \quad (P_{t3} = P_{p6})$		$L_{\phi} = H_1 \quad (P_{t4} = P_{p6})$	
211	$D_{\phi 1} = B_1 \quad (P_{t2} = P_{p5})$			
212	Нема рішень			

У третьому розділі детально розглянуто інтерфейс плагіну, його загальні компоненти, та принцип роботи. Розглянута внутрішня система бази даних, та її основні переваги. Для створення БД у роботі було використано Microsoft Excel. Плагін, розроблений у дипломній роботі, являє собою гнучку

систему у своєму застосуванні. Можливість наповнення бази даних у будь-який час, робить програмний модуль універсальним у використанні.

Проілюстровано основні можливості взаємодії користувача з плагіном. Розглянуті модальні вікна виводу похибок некоректного введення даних. На конкретних прикладах було протестовано роботу плагіну, та підібрано ефективне інструментальне забезпечення.

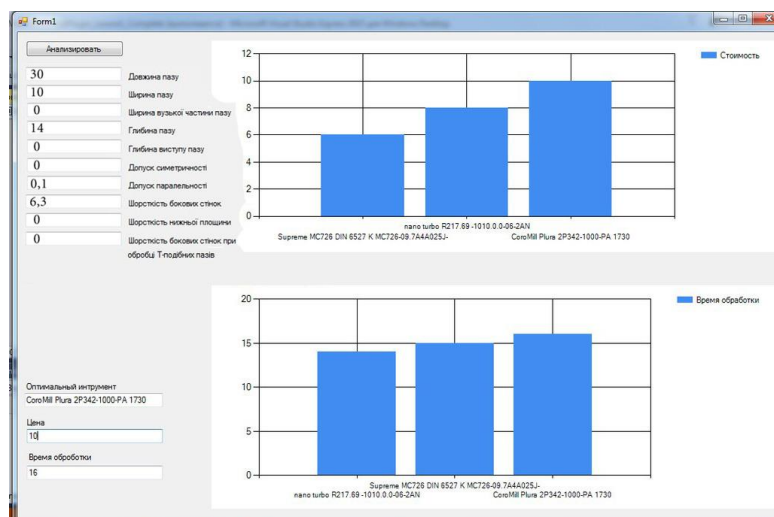


Рис.4 - Приклад роботи плагіну

ВИСНОВКИ

1. На основі математичного опису поверхонь типу паз було визначено початкові дані, які необхідні для автоматизації виробу інструменту.
2. Розроблено систему кодування для поверхонь типу паз, та інструментального забезпечення для їх обробки.
3. Створена база даних інструменту, яка включає у себе інструментальне забезпечення від світових виробників.
4. На основі графічної системи Autodesk Inventor розроблено нове програмне забезпечення, що реалізує вирішення задач автоматизованого синтезу інструментального забезпечення для оброблення пазів.

СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ

1. Пасічник В.А. Перспективи автоматизації синтезу інструментального забезпечення операцій фрезерування [Текст] / В.А. Пасічник, Н.В. Сенченко, З.І. Кіріна // Вісник ЛНТУ. –ТК-2016. С.25-26.

2. Пасічник В.А. Автоматизація вибору інструменту для мехатронних систем [Текст] / В.А. Пасічник, Н.В. Сенченко, З.І. Кіріна // Вісник НТУУ. – 2016. - №1 - С.146-147.

АНОТАЦІЯ

Кіріна З.І. Автоматизація вибору інструментального забезпечення для обробки пазів

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 8.05050302 – інструментальне виробництво. – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут. – Київ, 2016.

На основі аналізу існуючих систем автоматизації інструментального забезпечення, було розроблено плагін, який допомагає оператору обрати необхідний інструмент, для обробки пазів.

За допомогою аналізу геометричних даних та конструктивних особливостей поверхні паз, визначено основні параметри для автоматизації вибору інструменту. На основі цих даних ми розробили базу даних інструментального забезпечення, яка включає у себе інструмент від світових виробників. За допомогою цієї бази даних, ми маємо характеристики інструменту, та можемо їх проаналізувати

Проведено експериментальну перевірку результатів, та встановлено, що можна за короткий проміжок часу вибрати більш економічно вигідний інструмент з урахуванням часу виконання операції. За допомогою графіків вартості інструменту та часу обробки, ми можемо обирати інструмент в залежності від його наявності на складі на даний час.

Враховані альтернативні варіанти наявних інструментів, з метою економії часу на очікування інструменту, якого немає в наявності.

Ключові слова: машинобудування, фрезерування, пази, різальний інструмент, автоматизація, оптимізація, системи автоматизованого проектування.

АННОТАЦИЯ

Кирина З.И. Автоматизация выбора инструментального обеспечения для обработки пазов

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 8.05050302 - инструментальное производство. - Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт. - Киев, 2016.

На основе анализа существующих систем автоматизации инструментального обеспечения, был разработан плагин, который помогает оператору выбрать необходимый инструмент для обработки пазов.

С помощью анализа геометрических данных и конструктивных особенностей поверхности паз, определены основные параметры для автоматизации выбора инструмента. На основе этих данных мы разработали базу данных инструментального обеспечения, которая включает в себя инструмент от мировых производителей. С помощью этой базы данных, мы имеем характеристики инструмента, и можем их проанализировать

Проведена экспериментальная проверка результатов, и установлено, что за короткий промежуток времени выбрать более экономически выгодный инструмент с учетом времени выполнения операции. С помощью графиков стоимости инструмента и времени обработки, мы можем выбирать инструмент в зависимости от его наличия на складе в настоящее время.

Учтены альтернативные варианты имеющихся инструментов, с целью экономии времени на ожидание инструмента, которого нет в наличии.

Ключевые слова: машиностроение, фрезерования, пазы, режущий инструмент, автоматизация, оптимизация, системы автоматизированного проектирования

ABSTRACT

Dissertation for the degree of Master in the specialty 8.05050302 - tool production. - National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute -., Kiev, 2016.

Based on the analysis of existing systems automation software tool was developed plug-in that helps the operator to select the desired tool for processing grooves.

Through analysis of data and geometric design features of the surface of the groove, the main parameters to automate the selection tool. Based on these data, we developed a database tool software, which includes tools from manufacturers. Using this database, we have the characteristics of the instrument and can analyze them

An experimental verification of the results and found that it is possible in a short time to choose more cost-effective tools by the time of the operation. With charting tool cost and processing time, we can choose the tools depending on its availability in stock now.

The recorded alternatives available tools to save time waiting for a tool that is not available.

Keywords: engineering, milling, grooves, cutting tools, automation, optimization, computer aided design