

УДК 621.9.02

Синтез інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим різальним інструментом

Юхимчук¹ В.М., Пасічник² В.А.

1 – Прогресстех-Україна, м. Київ, Україна

2 – КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

***Анотація:** Представлено основні результати досліджень авторів в області інструментального забезпечення машинобудівного виробництва. Основні увага приділена автоматизації синтезу осьового різального інструменту для оброблення отворів. Описаний новий підхід до декомпозиції моделі деталі на конструктивно-технологічні елементи, який враховує її різні стани від заготовки до готової деталі. Розглянуті питання синтезу множини варіантів оброблення отворів, формалізований синтез варіантів технологічного маршруту оброблення отворів, структурний синтез варіантів інструментального забезпечення на основі продукційних правил в логічній формі, структурно-параметричний синтез комбінованого інструментального забезпечення. Досліджено вплив інструментального забезпечення на структуру витрат на оброблення виробу, практичної перевірки і реалізація результатів дослідження. Дано опис методики автоматизованого синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів, нового програмне забезпечення автоматизованого синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів «ОСТS».*

***Ключові слова:** механічне оброблення; оброблення отворів; різальний інструмент; інструментальне забезпечення; синтез; автоматизація проектування.*

Сучасні економічні умови та стрімкий розвиток технологій ставлять перед підприємствами нові задачі, зокрема, підвищення ефективності інструментального забезпечення [1]. Створення автоматизованої системи синтезу інструментального забезпечення та її впровадження дозволить забезпечити скорочення термінів технологічного підготовки виробництва та підвищити економічну ефективність технологічного процесу [2,3]. Тому актуальною є науково-технічна задача підвищення ефективності технологічного підготовки виробництва [4] шляхом підвищення ефективності застосування інструментального забезпечення на основі створення формалізованих процедур автоматизованого синтезу інструментального забезпечення [5] на базі математичного опису отворів виробу і технологічних переходів оброблення [6] з можливістю інтеграції в програмні засоби підтримки технологічного підготовки виробництва [7].

У деталях сучасного машинобудування близько 40% трудомісткості операції механічного оброблення припадає на оброблення отворів. Тому автоматизація синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим різальним інструментом, що забезпечує економічну ефективність технологічного процесу є актуальною задачею [8].

Метою даної роботи є підвищення ефективності інструментального забезпечення механічного оброблення отворів за рахунок автоматизації синтезу прийнятних варіантів та вибору з них найбільш економічних.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні **задачі**:

1. На базі аналізу сучасного стану систем інструментального забезпечення в машинобудуванні виявити шляхи підвищення їх ефективності для випадку оброблення деталей зі значною кількістю отворів.

2. Удосконалити інформаційне представлення оброблюваних отворів та технологічних переходів їх оброблення, зробивши його придатним для автоматизованого синтезу інструментального забезпечення.

3. Встановити відповідність інструментального забезпечення множині геометричних та технологічних параметрів отвору виробу та формалізувати залежності для ідентифікації типу інструментального забезпечення по математичній моделі отвору виробу.

4. Удосконалити метод пошуку варіанту інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим різальним інструментом, що забезпечуватиме мінімальну собівартість.

5. Розробити методичне і програмне забезпечення, які реалізують методи автоматизованого синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим інструментом, впровадити їх у виробництво.

Об'єкт дослідження – інструментальне забезпечення оброблення отворів.

Предмет дослідження – автоматизований вибір осьового різального інструменту.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше актуальна задача синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим різальним інструментом вирішена на рівні інформаційної та програмної інтеграції опису множини оброблюваних поверхонь, варіантів технології оброблення та осьового різального інструменту, що її реалізує із забезпеченням оптимальності проєктного рішення за критерієм мінімальної собівартості.

2. Удосконалено математичний опис множини оброблюваних отворів на базі 7-ми блоків параметрів, що описують основні ознаки, матеріал та стан заготовки, якість отвору, геометричні параметри початкової, головної та кінцевої елементарної оброблюваної поверхні, параметри різі отвору, що створило умови для опису отворів будь якого ступеню складності, інтеграції з технологією оброблення та інструментальним забезпеченням.

3. Удосконалено математичний опис осьового різального інструменту на базі 6-ти блоків параметрів основних класифікаційних ознак, забезпечення якості оброблення, основних та допоміжних геометричних параметрів, параметрів різальної частини, вартісних параметрів, а також система опису комбінованого різального інструменту, що забезпечило інваріантність стосовно різних виробників.

4. Отримала подальший розвиток інтеграція інструментального забезпечення з процедурами синтезу варіантів технології оброблення на основі критеріїв допустимих за параметрами геометрії та якості оброблюваних поверхонь, що дозволило вирішувати задачі формування початкової множини придатного для використання різального інструменту.

5. Уточнено методику оцінки економічної ефективності оброблення в частині урахування заявленої вартості та ресурсу роботи окремих частин різального інструменту, вартості та ресурсу відновлення його працездатності, кількості різальних кромок різальних пластин, що в сукупності дозволяє більш точно вирішувати задачу оптимізації синтезу за критерієм мінімальної собівартості, в тому числі з використанням комбінованого різального інструменту з балансуванням стійкості його окремих елементів.

Практичне значення одержаних результатів:

Розроблене нове програмне забезпечення FHTTool для автоматизованого кодування/декодування отворів та кодування/декодування осьового різального інструменту, яке передбачає, як імпорт моделей з каталогу виробників, так і опис оригінального інструменту зі збереженням цієї інформації в уніфікованій базі даних. Розроблене нове програмне забезпечення ToolSelect для автоматизованого синтезу варіантів технології оброблення отворів осьовим різальним інструментом та його підбору з бази даних, придатного за геометричними параметрами та забезпеченням якості оброблення, а також для автоматизованого синтезу варіантів інструментального забезпечення оброблення осьовим різальним інструментом, та вибору з них найкращого за критерієм мінімальної собівартості. Розроблене нове програмне забезпечення для автоматизованого балансування стійкості елементів комбінованого осьового різального

інструменту та генерації фрагментів G-кодів керуючих програм, оптимальних за критерієм продуктивності.

Результати наукових досліджень у вигляді комплексу програмного забезпечення впроваджені у виробництво та у навчальний процес «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

В першому розділі роботи розглянуті сучасні методи синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим різальним інструментом, математичні моделі, необхідні для автоматизованого синтезу інструментального забезпечення, стосовно об'єкту виготовлення, формалізоване представлення технологічного процесу оброблення, формалізованого представлення інструментального забезпечення [9]. Приділена увага аналізу способів синтезу варіантів оброблення отворів осьовим різальним інструментом та сучасного програмного забезпечення вирішення таких задач [10]. Розглянуті методи аналізу та оптимізації ефективності використання інструментального забезпечення [11].

В другому розділі роботи описаний новий підхід до декомпозиції моделі деталі на конструктивно-технологічні елементи, який враховує її різні стани від заготовки до готової деталі. Представлено декомпозицію отворів та опис параметрів їх елементів, з описом параметрів простих отворів, який включає в себе 7 блоків ознак, та описом параметрів ступінчастих отворів. Дані приклади формалізації опису простих і ступінчастих отворів. Дано формалізований опис класифікаційних ознак інструментального забезпечення для оброблення отворів разом з прикладами математичного опису деяких осьових різальних інструментів. Показані можливості урахування специфіки комбінованого інструментального забезпечення при формалізованому описі класифікаційних ознак. Наведені приклади опису простих і комбінованих різальних інструментів різних виробників дозволяють стверджувати, що запропонована система математичного опису інструментального забезпечення здатна описувати більшість конструкцій та типорозмірів різальних інструментів, і таким чином вирішувати задачу удосконалення математичного представлення інструментального забезпечення і його подальшого автоматизованого синтезу.

Третій розділ роботи присвячений моделюванню технологічного рішення синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів осьовим різальним інструментом. Розглянуті питання синтезу множини варіантів оброблення отворів, формалізований синтез варіантів технологічного маршруту оброблення отворів, структурний синтез варіантів інструментального забезпечення на основі продукційних правил в логічній формі, структурно-параметричний синтез комбінованого інструментального забезпечення.

В четвертому розділі досліджується вплив інструментального забезпечення на структуру витрат на оброблення виробу, а саме, проаналізовано вплив витрат на оброблення на загальну собівартість виготовлення та рентабельність машинобудівного виробництва, наведені методи розрахунку витрат на оброблення отворів осьовим різальним інструментом, формалізовано процеси розрахунку вартості варіантів оброблення отворів осьовим різальним інструментом, наведено вирішення задачі оптимізації в процедурах синтезу інструментального забезпечення.

В п'ятому розділі наведені результати практичної перевірки і реалізація результатів дослідження. Дано опис методики автоматизованого синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів, нового програмне забезпечення автоматизованого синтезу інструментального забезпечення оброблення отворів «OCTS» та його застосування для потреб навчального процесу (вирішення типових задач). Дані відомості про практичну апробацію та впровадження у виробництво.

Synthesis of tool maintenance for holes machining by axial cutting tools

Yukhimchuk V., Pasichnyk V.

Abstract. The main results of researches of authors in the field of tool maintenance of manufacturing engineering are presented. The main attention is paid to automation of the synthesis of an axial cutting tool for machining holes. A new approach to the decomposition of the model parts into structural and technological elements, which takes into account its various states from the workpiece to the finished part, is described. The questions of synthesis of a plurality of variants of machining of holes, formalized synthesis of variants of technological route of hole machining, structural synthesis of variants of tool maintenance on the basis of production rules in logical form, structural and parametric synthesis of combined tool maintenance are considered. The influence of tool maintenance on the structure of expenses for product processing is researched. Practical realization of research results are described. The description of the method of automated synthesis of instrumental processing of aperture processing and the new software of the automated synthesis of tooling for machining of holes "OCTS" is given.

Keywords: Machining; Treatment of holes; Cutting tool; Tool set; Synthesis; Automation designing.

Синтез инструментального обеспечения обработки отверстий осевым режущим инструментом

Юхимчук В.Н., Пасечник В.А.

Аннотация. Представлены основные результаты исследований авторов в области инструментального обеспечения машиностроительного производства. Основное внимание уделено автоматизации синтеза осевого режущего инструмента для обработки отверстий. Описан новый подход к декомпозиции модели детали на конструктивно-технологические элементы, учитывающий ее различные состояния от заготовки до готовой детали. Рассмотрены вопросы синтеза множества вариантов обработки отверстий, формализованный синтез вариантов технологического маршрута обработки отверстий, структурный синтез вариантов инструментального обеспечения на основе производственных правил в логической форме, структурно-параметрический синтез комбинированного инструментального обеспечения. Исследовано влияние инструментального обеспечения на структуру расходов на обработку изделия. Описана практическая проверка и реализация результатов исследования. Дано описание методики автоматизированного синтеза инструментального обеспечения обработки отверстий, нового программного обеспечения автоматизированного синтеза инструментального обеспечения обработки отверстий "OCTS".

Ключевые слова: механическая обработка; обработки отверстий; режущий инструмент; инструментальное обеспечение; синтез; автоматизация проектирования.

Список літератури

1. Грундиг К.-Г. Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика / Клаус-Герольд Грундиг; Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с. – (Серия «Промышленный менеджмент»)
2. Chen, J.Y., Lu, H.S., Lee, B.Y., Chen C.H. Design and implementation of cutting tools search system // Journal of Achievements in materials and Manufacturing Engineering. – 2008. – Vol.30, No.1. – P. 95-102.
3. Аверченков В.И. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ: монография / В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 151 с.
4. Гречишников В.А. Комплексное проектирование режущего инструмента / В.А. Гречишников, А.В. Тарасов, О.Г. Живодров // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Вып. 8. – С. 164-168.
5. Amaik, S.M., Kiliç, S.E. An intelligent process planning system for prismatic parts using STEP features // The International Journal Advanced Manufacturing Technology. – 2007. – Vol.31, No.9-10. – P. 978-993.
6. Челищев Б.Е. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении / Б.Е. Челищев, И.В. Боброва, А. Гонсалес-Сабатер; Под ред. акад. Н.Г. Бруевича. – М.: Машиностроение, 1987. – 264 с.: ил. – (Гибкие производственные системы).
7. Isnaini, M.M., Shirase, K. Review of Computer-Aided Process Planning Systems for machining operation – future development of a Computer-Aided Process Panning System // International Journal of Automation Technology. – 2014/ - Vol.8, No.3. – P. 317-332.
8. Михалев О.Н. Современные САРР-системы и способы их совершенствования / О.Н. Михалев, А.С. Яношкин // Прогресивні технології і системи машинобудування. Міжнародний збірник наукових праць. – Донецьк. – 2012. – № 1,2 (44). – С. 166-170.
9. Малышко И. А. Основы теории проектирования осевых комбинированных инструментов: автореф. дис... д-ра техн. наук / И.А. Малышко. – К., КПИ, 1995. – 36 с.
10. Мироненко, Е.В. К определению весомости критериев при оптимизации выбора режущего инструмента и режимов резания / Е.В. Мироненко, Л.В. Васильева // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: зб. наук. праць. – Краматорськ: ДДМА, 2004. – Вип. 16. – С. 159-165.
11. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.: ил.