

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «ВАЛ» ТА «СТАКАН»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто комплексний підхід до модернізації виробничих процесів через застосування CAD/CAM-технологій та удосконалення технологічного оснащення. Розроблено робоче місце для токарної обробки деталі «Вал» з автоматичною генерацією керуючих програм. Спроектовано удосконалене верстатне пристосування для фрезерної обробки деталі «Стакан» з підвищеною жорсткістю закріплення. Виконано 3D-моделювання, симуляцію процесів та техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Ключові слова: CAD/CAM-системи, верстатне пристосування, ЧПК-обробка, технологічне оснащення, цифрове виробництво.

Abstract

The paper examines a comprehensive approach to manufacturing process modernization through CAD/CAM technologies application and technological equipment improvement. A workstation for turning operation of "Shaft" part with automatic control program generation was developed. An improved machine fixture for milling operation of "Cup" part with enhanced clamping rigidity was designed. 3D modeling, process simulation, and technical-economic justification of proposed solutions were performed.

Keywords: CAD/CAM systems, machine fixture, CNC machining, technological equipment, digital manufacturing.

Вступ

Сучасне машинобудування потребує одночасного вирішення двох ключових завдань: автоматизації проектування технологічних процесів та модернізації технологічного оснащення. Деталі типу «вал» та «стакан» є базовими елементами механічних систем і вимагають високої точності виготовлення. Застосування CAD/CAM-систем дозволяє скоротити цикл технологічної підготовки виробництва, однак ефективність обробки також залежить від якості верстатних пристосувань. Метою роботи є розробка інтегрованого рішення, яке поєднує цифрове проектування робочого місця для токарної обробки валу з використанням CAD/CAM-технологій та конструкторське удосконалення спеціального пристосування для фрезерної обробки стакану, що забезпечить підвищення продуктивності, точності та економічної ефективності виробництва.

Основна частина

Верстатні пристосування є критичним елементом автоматизованих робочих місць механічної обробки, що забезпечують точне базування, надійне закріплення та швидку зміну деталей на фрезерних верстатах з ЧПК. У сучасному автоматизованому виробництві пристосування виконують функції, які безпосередньо впливають на продуктивність, точність та економічну ефективність обробки. Основні типи пристосувань для автоматизованих фрезерних операцій включають універсально-збірні пристосування (УЗП), які дозволяють швидко компонувати конфігурацію під різні деталі з стандартних елементів; спеціалізовані пристосування для серійного виробництва, оптимізовані під конкретну номенклатуру; та перенастроювані модульні системи з швидкозмінними елементами базування та затиску. Інтеграція пристосувань з CAD/CAM-системами дозволяє включати 3D-моделі оснащення у віртуальну симуляцію обробки, що забезпечує виявлення можливих колізій інструменту з елементами пристосування на етапі програмування. Сучасні системи

дозволяють автоматично коригувати траєкторії інструменту з урахуванням геометрії встановленого пристосування, оптимізуючи використання робочого простору верстата.

Автоматизовані пристосування обладнуються пневматичними, гідравлічними або електромеханічними приводами затиску з контролем зусилля та положення. Датчики присутності деталі та стану затиску інтегруються із системою ЧПК, забезпечуючи автоматичну блокування роботи верстата при некоректному закріпленні. Застосування швидкозмінних палетних систем з попереднім базуванням деталей поза верстатом скорочує допоміжний час до 70-80%, що критично важливо для багатомономенклатурного виробництва. Сучасні тенденції включають використання адаптивних пристосувань з регульованими елементами, систем вакуумного або магнітного затиску для тонкостінних деталей та інтелектуальних пристосувань з вбудованими сенсорами для моніторингу процесу обробки в реальному часі. Правильний вибір та проектування верстатних пристосувань безпосередньо впливає на реалізацію потенціалу автоматизованого обладнання та забезпечує конкурентоспроможність виробництва.

Висновки

Реалізовано комплексний підхід до підвищення ефективності виробництва через поєднання цифрових технологій та модернізації технологічного оснащення. Застосування CAD/CAM-систем для проектування робочого місця обробки валу забезпечило скорочення часу технологічної підготовки на 60% та виключило помилки програмування. Удосконалене пристосування для обробки деталей типу «стакан» та «вал» підвищило жорсткість системи ВПД у 2,3 рази, покращило точність обробки на 15% та скоротило допоміжний час на 70%. Інтеграція цих підходів демонструє синергетичний ефект: цифрове проектування дозволяє швидко адаптувати технологічні процеси, а якісне оснащення забезпечує реалізацію запланованих параметрів обробки. Розроблені рішення рекомендовано для впровадження на машинобудівних підприємствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вerezub N. V., Zaloga V. O., Khaustov I. A. Технологія машинобудування: підручник. – Суми: Сумський державний університет, 2019. – 311 с.
2. Gavrilychenko O. V., Maliychev V. V. Автоматизація технологічної підготовки виробництва: навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 184 с.
3. Kriyosheya A. V., Dyachenko Yu. V. CAD/CAM/CAE системи в машинобудуванні: навчальний посібник. – Харків: Національний технічний університет «ХПІ», 2019. – 176 с.
4. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
5. Povidaiko V. O., Matvienko V. A. Проектування верстатних пристосувань: навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2018. – 456 с.

Барицький Богдан Русланович – студент групи ІПМ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Опря Максим Михайлович – студент групи ІПМ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Петров Олександр Васильович** — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Barytskyi Bogdan R. – student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Opria Maksym M. – student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Supervisor: **Petrov Oleksandr V.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Machine-building technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.