

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
Механіко-машинобудівний  
(факультет)  
Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**кваліфікаційної роботи ступеню магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**студента Стеценка Михайла Володимировича** \_\_\_\_\_

(ПІБ)

**академічної групи 131М-20Н-1**

ММФ

(шифр)

**спеціальності 131 Прикладна меха-**

ніка

(код і назва спеціальності)

**спеціаліза-**

**ції**

**за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машино-**  
**будівного виробництва»**

(офіційна назва)

**на тему: «Автоматизоване проектування технології обробки конічного  
колеса з круговими зубцями на основі концепції модульності»**

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, іні- ціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Пацера С.Т.			
розділів:				
Аналітичний	Пацера С.Т.			
Технологічний	Пацера С.Т.			
Спеціальний	Пацера С.Т.			
Науково- дослідниць- кий	Пацера С.Т..			
Рецензент				
Нормоконтролер	Пацера С.Т..			

**Дніпро  
2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
**Технологій машинобудування та матеріалознавства**  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ **В.В. Проців** \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
**ступеня магістр**  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту \_\_\_\_\_ **Стеценко М.В.** \_\_\_\_\_ академічної групи \_\_\_\_\_ **131М-20Н-1** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_ **131 Прикладна механіка** \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
**Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва**  
(офіційна назва)

на тему **Автоматизоване проектування технології обробки конічного колеса з круговими зубцями на основі концепції модульності**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності конструкції деталі Конічне колесо з круговими зубцями. Додається 2D-кресленник деталі (A1) та 2D-кресленник заготовки (A1)	Лютий 2022 р.
Технологічний	Автоматизована розробка технологічного процесу обробки Конічного колеса з круговими зубцями. Додається 3D-модель деталі, Графічний матеріал з налаштуваннями технології (A1)	Березень 2022 р.
Спеціальний	Проект різцевої головки для нарізання зубчастого вінця з круговими зубцями. Додається графічний матеріал з із складальним кресленником різцевої голови (A1)	Квітень 2022 р.
Науково-дослідницький	Алгоритм застосування принципу модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки конічного колеса з круговими зубцями. Додається графічний матеріал з алгоритмічною моделлю (A1 два листа)	Квітень 2022 р.

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

**Пацера С.Т.**  
\_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_ **12.01.2022 р.** \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії  
Прийнято до виконання

**30.05.2022 р.**  
\_\_\_\_\_ (підпис студента)

**Стеценко М.В.**  
\_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 47 с, 16 рис, 9 табл., 3 додаток, 21 джерела.

Тема: «Автоматизоване проектування технології обробки конічного колеса з круговими зубцями на основі концепції модульності».

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ОПЕРАЦІЯ, ФОРМОУТВОРЕННЯ, ОБЛАДАННЯ З ЧПК, КОНІЧНЕ КОЛЕСО.

Фрезерування конічного колеса на верстатах з ЧПК набуло значного поширення в різних галузях машинобудування. Тому визначення оптимальної технології та траєкторії має актуальне значення.

Об'єкт дослідження (розробки) у кваліфікаційній роботі - процеси формоутворення конічного колеса з круговими зубцями.

Предмет дослідження - стратегії (траєкторії) програмного формоутворення конічного колеса з круговими зубцями на обладнанні з ЧПК.

Метою кваліфікаційної роботи є випробування технології обробки конічного колеса з круговими зубцями на основі концепції модульності.

Методика досліджень - комп'ютерне моделювання операцій формоутворення на основі САМ-програми.

Результат роботи - розробка технологічного процесу обробки конічного колеса з круговими зубцями на обладнанні з ЧПК.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи - вивчення та застосування на практиці принципу модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки деталі.

Вивчаємий метод автоматизованого проектування технології обробки деталей рекомендується до використання у виробництві, в таких галузях як загальне машинобудування та гелікоптеробудування.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	6
1.1 Характеристика об'єкта виробництва.....	6
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	11
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	15
2.1 Автоматизована розробка технологічного процесу обробки конічного колеса з круговими зубцями .....	15
2.2 Результати 3D моделювання деталі .....	21
<b>3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	24
3.1 Нарізання зубчастого вінця з круговими зубцями різцевої головкою ..	24
3.2 Результати 2D моделювання різцевої головки.....	30
<b>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	32
4.1 Принцип модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки деталі .....	32
4.2 Алгоритм застосування принципу модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки .....	37
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	41
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....	42
<b>ДОДАТКИ</b> .....	44
Додаток А.....	44
Додаток Б .....	46
Додаток В .....	47

## ВСТУП

Технічний прогрес здійснюється не тільки на основі застосування нових науково-технічних досягнень. Він базується й на широкому використанні вже визначених напрямків у розвитку техніки й характеризується не тільки безперервною появою принципово нових технологічних процесів, але й безперервною заміною існуючих процесів більш точними, продуктивними й економічними.

У даній кваліфікаційній роботі розроблений проект технологічного процесу механічної обробки деталі «Конічне колесо з круговими зубцями».

Заготівля конічного колеса має форму усіченого конуса за розмірами виступів (головок) зубців [1]. Конічні зубчаті колеса виготовляють кованими, штампованими, литими або з круглого прокату, також вони можуть бути збірними.

Технологічний процес механічної обробки проектується на основі робочого креслення деталі й складального креслення виробу або складальної одиниці, технічних умов на виготовлення виробу.

Пропонований технологічний процес характеризується використанням мінімальної кількості металорізальних верстатів з високим ступенем автоматизації з ЧПК, застосуванням універсальних пристосувань і сучасного металорізального інструмента, оснащеного твердосплавними пластинами.

Інформаційною основою при розробці технологічних процесів є: технологічний класифікатор об'єкта виробництва, класифікатор технологічних процесів, система позначень технологічних документів, стандарти Єдиної системи технологічної документації, типові технологічні процеси й операції, стандарти й каталоги на засоби технологічного оснащення, нормативи технологічних режимів, матеріальні й трудові нормативи.

При виконанні проектних процедур використані сучасні методики розрахунків режимів різання для прогресивного різального інструменту, які перевірені у виробничих умовах і відповідають нормативно-технічній документації й стандартам системи ЕСКД і ЕСТД.

## ВИСНОВКИ

Спроектований технологічний процес механічної обробки заданої деталі дозволяють організувати ефективно її виготовлення в організаційно-технічних умовах серійного виробництва.

В ході дослідження було підтверджено ефективність використання високоавтоматизованих верстатів зі ЧПК при розробки технологічного процесу обробки конічного колеса з круговими зубцями. На етапі моделювання була використана програма Компас, що підтверджує необхідність більш широкого застосування сучасних програм при проектуванні процесу обробки деталей різної категорії складності. Хоча й колишні, перевірені часом та практикою, методи обробки продовжують використовувати у виробництві.

Принцип модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки показав свою ефективність і може бути рекомендований до застосування. Алгоритм принципу модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки різних деталей методом САПР ТП TechnologyExpert рекомендується для подальшого вивчення та освоєння.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вербовский Г.Г. Теория механизмов и машин. - Харьков: Книжная ф-ка им. М.В. Фрунзе, 1968.
2. Конічні зубчасті передачі. Класифікація, терміни та визначення. Рубікон, 2018. [Електронний ресурс] <https://stanki--katalog-ru>
3. Горбунов А. Конічні зубчасті передачі. [Електронний ресурс] <https://stankiexpert-ru>
4. Ковальов В.Д. Впровадження інноваційних технологій виготовлення крупногабаритних редукторів важкого машинобудування / В. Д. Ковальов , Я. В. Васильченко, В. С. Антонюк, Волошин О. І., О. В. Статкевич, С. О. Іванов, О. О. Клочко, С. В. Рябченко // Промышленность в фокусе. Харьков – 2018, № 6 (67) – С. 40-41.
5. ГОСТ 19624-74. Передачи зубчатые конические с прямыми зубьями. Расчет геометрии.
6. Лекція 2 Передачі зачепленням. [Електронний ресурс] [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/475189/mod\\_resource/content/2/%d0%9b2.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/475189/mod_resource/content/2/%d0%9b2.pdf)
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979, 303 с.
8. Зубчатые колеса передач. [Електронний ресурс] <http://www.sigma-test.ru/publitsistic/kolesa/29/index.shtml>
9. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина – М.: Машиностроение, 1989 – 638с.
- 10.ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.
- 11.Межгосударственный стандарт. Прокат из легированной конструкционной стали. [Електронний ресурс] <https://docs.cntd.ru/document/1200005485>
- 12.ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.

- 13.ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
- 14.Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988, 736 с.
- 15.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.
- 16.Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ Справоч-ник. – М.: Машиностроение, 1983, 359 с.
- 17.Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов / М.Е.Егоров, В.И.Дементьев, В.Л.Дмитриев.- М.: Высшая школа, 1976, 480 с.
- 18.Зуборізні інструменти для конічних зубчастих коліс. [Електронний ресурс] <http://um.co.ua/8/8-7/8-7718.html>
- 19.Базаров Б.М. Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001, 368 с.
- 20.Базаров Б.М. Фролов Е.Б.Автоматизированное проектирование технологии и формирование групп оборудования на основе интеграции САПР ТП и MES на принципах модульной технологии.- Станочный парк, 1991 г.
- 21.Система автоматизированного проектирования технологических процессов по 3D моделям SolidWorks. [Електронний ресурс] <http://www.texp.com.ua/ru/doc/TechnologyExpert.pdf>