

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет  
Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеня магістра**

Здобувача вищої освіти Дашкевича Владислава Юрійовича  
(ПІБ)

академічної групи 131М-23Н-1 ММФ  
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг  
машинобудівного виробництва»

на тему: «Аналіз конструкторсько-технологічних можливостей механічної  
обробки виробів в CAD-CAM системах нового покоління»

Наказ ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **28.04.25 №317-с**

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Рубан В.М.			
розділів:				
Аналітичний	Рубан В.М.			
Технологічний	Рубан В.М.			
Спеціальний	Рубан В.М.			
Науково- дослідницький	Рубан В.М.			
Рецензент	Кривда В.В.			
Нормоконтролер	Рубан В.М.			

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри

технологій машинобудування та матеріалознавства  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ В.А. Дербаб  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 року

## **ЗАВДАННЯ** на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

здобувачу вищої освіти Дашкевича Владислава Юрійовича  
(прізвище та ініціали)

академічної групи 131М-23Н-1 ММФ  
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

спеціалізації за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг  
машинобудівного виробництва»

### **1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ**

Наказ ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.04.25 №317-с

### **2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ**

Об'єкт досліджень - процес механічної обробки деталі на верстаті з ЧПК.

Предмет досліджень - швидкість виконання поставлених завдань в середовищі САМ-програми Autodesk, функціональні можливості системи, складність роботи програми і повнота інформації.

Мета – ефективність використання інформаційних технологій на прикладі автоматизованої механічної обробки корпусної деталі Вал на верстаті з ЧПК.

Вихідні дані для проведення роботи - 1) аналіз джерел інформації з питань режимних параметрів механічної обробки; 2) аналіз застосування інтерфейсу САМ-системи при виконанні конструкторських та технологічних задач; 3) визначення впливу режимів різання та стратегій фрезерної обробки на продуктивність і оптимальність керуючої програми для верстата з ЧПК.

### **3 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ**

Новизна - удосконалено підхід до оцінки стратегій (траєкторій) фрезерної обробки деталі в САМ-системі Autodesk та створення методики залежності

основного часу обробки від режимних параметрів обробки заданих матеріалів заготовки та інструментальних матеріалів токарних різців.

Практична цінність - оптимізація стратегії обробки в САМ-програмі на прикладі деталі Вал, скорочення (зменшення) часу на підготовку конструкторсько-технологічної документації, розрахунок оптимізованої керуючої програми для обладнання і скорочення часу механічної обробки на верстаті з ЧПК як наслідок.

#### **4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

Створити практичні рекомендації щодо застосування альтернативних технологічних методів виготовлення деталі типу Вал за умов використання CAD-САМ систем.

#### **5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ**

<b>Найменування етапів робіт</b>	<b>Строки виконання робіт (початок-кінець)</b>
Аналітичний розділ	29.01.2025-25.02.2025
Технологічний розділ	26.02.2025-24.03.2025
Спеціальний розділ	25.03.2025-21.04.2025
Науково-дослідницький розділ	22.04.2025-05.05.2025

**Завдання видано**

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

**В.М. Рубан**

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

**Дата видачі** 15 січня 2025 р.

**Дата подання до екзаменаційної комісії** 5 травня 2025 р.

**Прийнято до виконання**

\_\_\_\_\_ (підпис здобувача вищої освіти)

**В.Ю. Дашкевич**

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: \_\_ с, \_\_ рис, \_\_ табл., \_\_ додаток, \_\_ джерела.

Тема: Аналіз конструкторсько-технологічних можливостей механічної обробки виробів в CAD-CAM системах нового покоління

Ключові слова: Вал, технологія виробництва, токарна операція, фрезерна операція, ЧПК, САМ-система.

Об'єкт розроблення у кваліфікаційній роботі – технологічні процеси механічної обробки однієї деталі - «Вал».

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та удосконалення технологічних процесів обробки деталі з застосуванням універсальних верстатів та верстатів з ЧПК.

Результат роботи – технологічний процес виготовлення деталі «Вал шліцьовий» в умовах серійного виробництва з застосуванням сучасного обладнання.

Новизна кваліфікаційної роботи – вибір і обґрунтування варіанту технологічного процесу виготовлення деталі «Вал» з використанням сучасних технологій, прогресивного різального інструменту та обладнання.

Практична цінність – рекомендації щодо проектування процесу обробки конкретної деталі в умовах серійного виробництва.

У кваліфікаційній роботі розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір сучасних багатоцільових верстатів та верстатів з ЧПК, оснастки, прогресивного різучого інструменту та режимів різання.

## ЗМІСТ

Вступ .....	2
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....	3
1.1 Опис конструкції та службове призначення деталі .....	3
1.2 Фізико-механічні властивості матеріалу деталі. Хімічний склад.....	3
1.3 Визначення типу виробництва та його характеристика .....	4
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	5
2.1 Технологічний контроль креслення деталі та аналіз деталі на технологічність.....	5
2.2 Вибір виду, методу отримання заготовки та його обґрунтування.....	7
2.3 Розрахунок припусків та встановлення операційних розмірів і допусків на них.....	9
2.4 Розробка технологічного маршруту виготовлення з вибором баз та обладнання	
2.5 Характеристика обладнання, яке використовується у операція технологічного процесу.....	11
2.6 Розрахунок режимів різання та норм часу для всіх технологічних операцій, дві з яких розробити детально – токарна з ЧПК, .....	17
3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	22
3.1 Вибір та обґрунтування технологічної оснастки.....	22
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	35
4.1. Складання алгоритмічної моделі технології виготовлення деталі "Вал" на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК .....	38
4.2 Написання оптимальної керуючої програми на розроблену операцію.....	39
4.3 Візуалізація механічної обробки та корекція.....	43
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	46
ДОДАТКИ.....	48

## ВСТУП

Головне завдання машинобудування – забезпечити всі галузі промисловості високоефективними машинами та обладнанням. Машинобудування є основою індустріалізації.

Машинобудування часто розуміють як складову частину більш широкої виробничої групи – машинобудування і металообробка – в яку, окрім машинобудування входить обробка металів, виробництво металевих виробів, металоконструкцій, ремонт машин і устаткування.

Машинобудування займає провідне місце в промисловості за обсягом продукції, що випускається, вартості основних виробничих фондів і чисельності робітників, зайнятих у виробництві. У сучасному машинобудуванні більшість продукції випускається в серійному виробництві, для якого характерний безперервний процес виробництва. Велика номенклатура машин і устаткування, їх складність і можливість розчленування на окремі вузли і деталі обумовлюють широку спеціалізацію виробництва продукції машинобудування.

Виробництво машин та устаткування в розвинених країнах високо монополізовано. Найбільші монополії грають провідну роль у виробництві машинобудівної продукції.

Технологія машинобудування широко використовується практично у всіх галузях промисловості, в тому числі в авіаційній, автомобільній, верстатобудуванні у виробництві побутових приладів і машин, в інструментальній промисловості, приладобудуванні, радіопромисловості, в сільськогосподарському машинобудуванні, верстатобудуванні, судобудівництві, в важкому машинобудуванні, в електричній промисловості, енергетичному машинобудуванні.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Після викладу розділів випускної кваліфікаційної роботи магістра зробимо висновки про виконану роботу в наступному:

- в аналітичному розділі проведено аналіз креслень конструкцій деталі Вал, з метою визначення якісної оцінки технологічності конструкцій та визначення коефіцієнта уніфікації деталі, що представляє собою кількісну оцінку технологічності конструкцій деталі;

- в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталі, вибирається і економічно обґрунтовується спосіб отримання заготовок, розробляється маршрут обробки деталей, визначаються режими різання. У розробленому маршруті обробки деталей досягли вищої точності і зниження основного технологічного часу за рахунок раціональної послідовності обробки деталі на верстаті з ЧПК;

- в спеціальному розділі виконаний підбір технологічного оснащення, ріжучого та вимірювального інструменту необхідного для механічної обробки деталей на верстаті з програмним керуванням.

- в науково-дослідницькому розділі виконаний аналіз конструкторських і технологічних можливостей програмного комплексу Autodesk у існуючий технологічний процес, з корегуванням режимних параметрів у науковій базі ISCAR <https://www.imc-i.com/mpwr/Milling/MachiningPower/TSlot/Serrated>. Надані практичні рекомендації щодо складання оптимальної траєкторії обробки деталі при механічній обробці та постпроцесуванні в САМ системі FeatureCAM.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс].  
<https://kpi.ua/files/ECTS.pdf>.

2 ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.

3 ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.

4 ДСТУ ДСТУ 3.1105-2011. Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення (ДСТУ 3.1105-2011, IDT).

6 ДСТУ ДСТУ 2.104-2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ДСТУ 2.104-2006, IDT).

7 ДСТУ ДСТУ 3.1103:2014 Єдина система технологічної документації. Основні написи. Загальні положення (ДСТУ 3.1103-2011, IDT).

8 ДСТУ ДСТУ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення (ДСТУ 3.1102-2011, IDT).

9 Освітньо-наукова програма вищої освіти для магістра спеціальності 131 Прикладна механіка / С.Т. Пацера, В.А. Дербабя, О.О. Богданов; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 24 с.

10 Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс].  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

11 Національна рамка кваліфікацій. [Електронний ресурс].  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>.

12 Стандарт вищої освіти України бакалаврського рівня. Галузь знань

13 Механічна інженерія. Спеціальність 131 Прикладна механіка.  
[Електронний ресурс].

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/131-prikladna-mekhanika-bakalavr.pdf>.

13 Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затвердженого Вченою радою 22.01.2019, протокол № 2.

14 Положення про організацію атестації здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 11.12.2018 (протокол № 15).

15 Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти, затверджене Вченою радою від 26.12.2017, протокол № 20 (у редакції, що ухвалена Вченою радою 18.09.2018, протокол № 11). 35

16 Положення про проведення практики здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 11.12.2018 (протокол № 15).

17 Положення про систему запобігання та виявлення плагіату в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 13.06.2018 (протокол № 8).

18 Салов В.О. Макет методичних рекомендацій до виконання кваліфікаційних робіт : мет. посіб. для наук.-пед. пр-ів. / В.О. Салов ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 37 с.

19 Залога В.О., Зінченко Р.М.. Система "PowerShape". Основи 3D моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2009.

20 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Поверхневе моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2010.

21 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Створення САПР за допомогою макросів: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні

технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві"/ Суми : Сумський держ ун-т, 2011.

22 Величко О.Г. Інноваційна діяльність у сферах техніки, технології, технічного регулювання і забезпечення якості: підручник / Величко О.Г., Должанський А.М., Віткін Л.М., Янішевський О.Е., Клюєв Д.Ю.; Донецьк : Свідлер, 2010. – 120 с.

22 Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. Київ : НТУУ "КПІ", 2008.