

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

Механіко-машинобудівний факультет  
Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня магістра

Здобувачу вищої освіти Коваленко Андрій Віталійович  
(ПІБ)





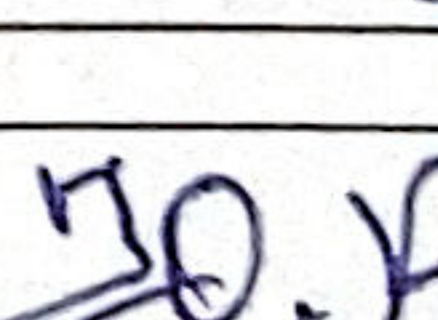
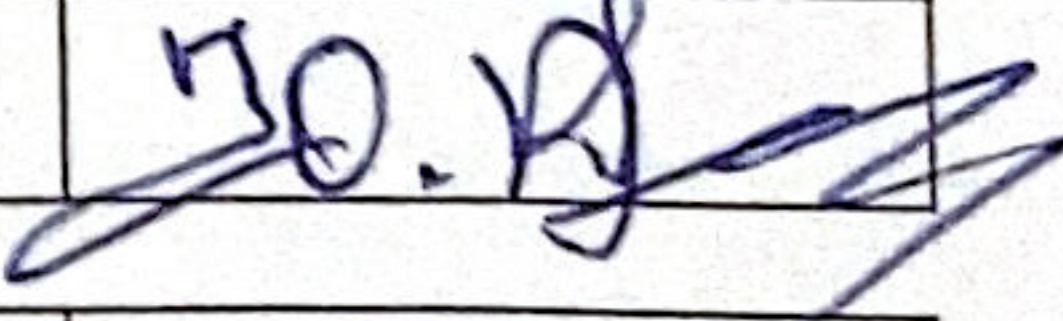

академічної групи 131М-23Н-1 ММФ  
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»

на тему: "Дослідження технології механічного оброблення деталі "Корпус пресу" з визначенням достовірності контролю центрального отвору"

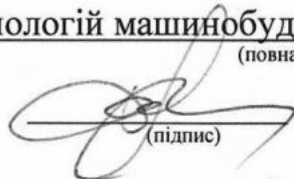
Наказ ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.04.25 №317-с

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Пацера С.Т.	93	відмінно	
розділів:				
Аналітичний	Пацера С.Т.	91	відмінно	
Технологічний	Пацера С.Т.	92	відмінно	
Спеціальний	Пацера С.Т.	93	відмінно	
Науково-дослідницький	Пацера С.Т.	94	відмінно	
Рецензент	Кравченко Ю.Г.	92	відмінно	
Нормоконтролер	Рубан В.М.	90	відмінно	

Дніпро - 2025

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри

технологій машинобудування та матеріалознавства  
(повна назва)

  
(підпис)

В.А. Дербоба  
(ініціали та прізвище)

« 15 » січня 2025 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

здобувачу вищої освіти Коваленко Андрій Віталійович  
(прізвище та ініціали)

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

спеціальності 131 Прикладна механіка  
спеціалізації за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг  
машинобудівного виробництва»

на тему: "Дослідження технології механічного оброблення деталі "Корпус  
пресу" з визначенням достовірності контролю центрального отвору"

**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 механічного оброблення деталі "Корпус пресу"  
на верстаті з ЧПК.

Предмет досліджень - достовірність контролю діаметру базового центрального  
отвору

Мета - дослідження впливу допустимої граничної похибки вимірювання та  
точності формоутворення базової поверхні деталі технологічною системою на  
достовірність контролю діаметру

Вихідні дані для проведення роботи - 1) аналіз джерел інформації з питань  
конструкторсько-технологічних особливостей корпусів гідравлічного  
пресового устаткування; 2) відомі методичні засади імітаційно-статистичного  
моделювання процесів контролю геометричних параметрів деталі.

### 3 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Новизна - удосконалено алгоритмічну модель імітаційно-статистичного моделювання процесів контролю геометричних параметрів базового отвору деталі с позицій математичної моделі критерію достовірності.

Практична цінність - результати дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності технологічних процесів на машинобудівних підприємствах.

### 4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

За результатами виконаних досліджень потрібно побудувати графіки залежності достовірності контролю від основних чинників, що притаманні стохастичним процесам. У висновках навести рекомендації що технічних вимог до точності складових технологічної системи.

### 5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування етапів робіт	Строки виконання робіт (початок-кінець)
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	22.04.2025-19.05.2025

Завдання видано

  
(підпис керівника)

С.Т. Пацера  
(ініціали та прізвище)

Дата видачі 15 січня 2025 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 21 травня 2025 р.

Прийнято до виконання   
(підпис здобувача вищої освіти)

А.В. Коваленко  
(ініціали та прізвище)

## Реферат

Пояснювальна записка: 39 с, 5 рис, 12 табл., 6 додаток, 12 джерела.

Тема : «Дослідження технології механічного оброблення деталі "Корпус пресу" з визначенням достовірності контролю центрального отвору»

Об'єкт дослідження

Деталь «Корпус пресу», яка застосовується в складальних вузлах важкого машинобудування та характеризується наявністю точного центрального отвору діаметром 480 мм.

Мета роботи :

Розробка ефективного технологічного процесу механічного оброблення деталі «Корпус пресу» з акцентом на забезпечення точності та надійності контролю центрального отвору, використовуючи САМ-моделювання та статистичний аналіз (метод Монте-Карло).

Завдання дослідження:

Вибір та обґрунтування методу отримання заготовки;

Розробка технологічного маршруту механічної обробки;

Вибір ріжучого інструменту, режимів різання та устаткування

Проведення САМ-моделювання операцій розточування;

Аналіз достовірності контролю точності отвору за допомогою методу Монте-Карло;

Обґрунтування вибору вимірювального інструменту;

Підбір сучасного обладнання (верстат з ЧПК — Doosan DBC 130).

Методи дослідження :

У роботі використані методи комп'ютерного моделювання (CAD/CAM), розрахунки режимів різання, статистичне моделювання похибок, графічне та табличне представлення результатів.

Результат роботи : Розроблено оптимізований маршрут механічного оброблення корпусу пресу, проведено САМ-моделювання точних переходів, зокрема чистового та тонкого розточування центрального отвору. За результатами моделювання і статистичних розрахунків встановлено ймовірнісні характеристики точності та надано рекомендації щодо інструментального контролю. Розроблено САМ-карту та підібрано інструмент Sandvik Coromant серії R416.2-150 з пластинами CCMT типу 4325 та PCD.

Ключові слова: Корпус пресу, САМ-моделювання, розточування, ЧПК, Sandvik, точність, метод Монте-Карло, СЧ25, контролювання похибок.

## Зміст

<b>1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	5
1.1 Загальна характеристика деталі .....	5
1.2 Аналіз умов роботи деталі .....	7
1.3 Обґрунтування вибору методу виготовлення заготовки .....	9
1.4 Аналіз аналогів та технічних рішень .....	10
<b>2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	12
2.1 Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки .....	12
2.2 Вибір типу виробництва та баз технологічного процесу .....	13
2.3 Вибір методів обробки поверхонь .....	14
2.4 Вибір обладнання, інструменту та оснащення .....	16
2.5 Маршрут обробки деталі .....	17
2.6 Вибір вимірювальних засобів .....	19
2.7 Нормування часу виконання операції .....	20
<b>3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	22
3.1 Моделювання процесу механічного оброблення в САМ-системі .....	22
3.2 Вибір інструмента і режимів оброблення .....	23
3.3 Результати моделювання та їх оцінка .....	24
3.4 Висновки .....	26
<b>4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	26
4.1 Постановка задачі дослідження .....	26
4.2 Визначення впливових факторів на точність отвору .....	27
4.3 Аналіз методів контролю точності отвору .....	27
4.5 Розрахунок похибки вимірювання нутроміром з індикатором .....	28
4.6 Імітаційно-статистичне моделювання методом Монте-Карло .....	29
4.7 Висновки науково-дослідницького розділу .....	32
<b>5. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	34
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....	36
Додатки .....	37
Додаток А. Кресленик виробу .....	37
Додаток Б. Налаштування технологічні .....	37
Додаток В. Документація технологічна .....	37
Додаток Д. Графічний матеріал до спеціального розділу .....	37
Додаток Е. Графічний матеріал до науково дослідницького розділу .....	37
Додаток Ж. Специфікація документів випускної кваліфікаційної роботи .....	37

## 5. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У межах виконання дипломного проєкту на тему «Дослідження технології механічного оброблення деталі "Корпус пресу" з визначенням достовірності контролю центрального отвору» було проведено всебічне дослідження конструктивних, технологічних та метрологічних аспектів виготовлення однієї з ключових деталей пресового обладнання.

На основі проведеної аналітичної, технічної, спеціальної та науково-дослідної роботи зроблено наступні висновки:

### 1. Конструктивна і функціональна характеристика деталі:

- Деталь «Корпус пресу» є відповідальною та силовантаженою частиною гідравлічного або механічного преса, що виконує опорну та базувальну функцію.
- Центральний отвір діаметром  $\varnothing 480$  мм з посадкою Н8 є критично важливою геометричною характеристикою, від якої залежить точність взаємодії з елементами вузла преса, зокрема напрямними колонками або штоком.

### 2. Обґрунтування матеріалу та способу виготовлення заготовки:

- У результаті порівняльного аналізу матеріалів вибрано сірий чавун СЧ25, що має високу демпфуючу здатність, задовільні механічні характеристики, доступність і хорошу оброблюваність.
- Метод лиття у піщано-глиняні форми визначено як найбільш ефективний для виготовлення заготовки корпусу завдяки його продуктивності, гнучкості щодо форми та економічності у серійному виробництві.

### 3. Технологічна схема оброблення та вибір обладнання:

- Розроблено повну технологічну маршрутну карту оброблення деталі з урахуванням послідовності переходів, режимів різання, вибору обладнання та інструменту.
- Особливу увагу приділено точному та стабільному виконанню операції чистового розточування отвору  $\varnothing 480$  мм, яка виконується на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК, типу Doosan DBC 130 або аналогічному.
- Для цієї операції запропоновано застосування високоточних розточувальних інструментів Sandvik Coromant R416.2-150 у комплекті з пластиною CCMT 120408, що забезпечує високу якість поверхні та стабільність розмірів.

### 4. САМ-моделювання технологічного процесу:

- У спеціальному розділі змодельовано траєкторію обробки отвору у САМ-програмі. Візуалізація дозволила перевірити правильність вибору інструмента, його руху, подачі та глибини різання.
- Застосування САМ-моделювання підтвердило доцільність розробленої технології та дозволило виявити можливі колізії, які можуть виникнути при обробці, ще на стадії проектування.

#### **5. Імітаційно-статистичне дослідження достовірності контролю:**

- У науково-дослідному розділі проведено моделювання похибок вимірювання методом Монте-Карло.
- На основі 1000 симуляцій враховано варіації похибок інструмента, установки, теплових впливів і похибок засобів контролю. За результатами отримано криву розподілу діаметра отвору після оброблення.
- Результати свідчать, що із заданими режимами і засобами контролю ймовірність виходу за допуск Н8 ( $\pm 0,039$  мм) становить менше 0,5 %, що є припустимим у серійному виробництві.

#### **6. Практична значущість роботи:**

- Отримані результати можуть бути використані на підприємствах машинобудівної галузі, які займаються виготовленням важких корпусних деталей з високими вимогами до точності.
- САМ-моделювання дає змогу зменшити витрати на обкатку програми та прискорити підготовку виробництва.
- Метод Монте-Карло, застосований до аналізу точності, забезпечує кращу прогнозованість якості та дозволяє обґрунтовано підійти до вибору засобів контролю.

**Підсумовуючи**, можна стверджувати, що усі поставлені у дипломному проєкті завдання виконані. Запропоновані технічні й технологічні рішення є обґрунтованими, перевіреними як моделюванням, так і аналітичними розрахунками, а сам підхід може бути впроваджений у реальні виробничі умови для забезпечення стабільної якості виготовлення отворів у корпусах пресів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3965-2000. Терміни та визначення основних понять у галузі механічної обробки. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 28 с.
2. Гомозов О.І., Чайковський В.О. Основи технології машинобудування. – К.: Вища школа, 2018. – 356 с.
3. Кондратьєв В.І. Технологічне обладнання: Підручник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2020. – 348 с.
4. Рижов В.П. Технологія машинобудування. – Львів: "Бескид Біт", 2019. – 472 с.
5. ДСТУ 8981:2020. Основы проектирования технологических процессов механической обработки. – М.:
6. Герасименко В.Ф., Пилипенко А.І. Проектування технологічних процесів. – К.: Либідь, 2016. – 289 с.
7. Sandvik Coromant. Каталог інструментів 2023/2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sandvik.coromant.com>
8. Mastercam 2023 – User Manual. CNC Software Inc., USA. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mastercam.com>
9. Головка В.І. САМ-системи в автоматизованому виробництві. – К.: НТУУ "КПІ", 2021. – 256 с.
10. Montgomery D.C. "Introduction to Statistical Quality Control". – Wiley, 2019. – 784 p.
11. ISO 286-1:2010. Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes.
12. ДСТУ 2.052–2006. ЄСКД. Електронні моделі виробів. Загальні положення.

## ВІДГУК

### керівника випускної магістерської кваліфікаційної роботи здобувача Коваленка Андрія Віталійовича

Кваліфікаційна робота Коваленка Андрія Віталійовича виконана на актуальну тему: «Дослідження технології механічного оброблення деталі "Корпус пресу" з визначенням достовірності контролю центрального отвору».

Кваліфікаційна робота може бути оцінена по розділах на відповідність вимогам стандартів вищої освіти та складовим опису кваліфікаційного рівня наступним чином:

- 1) 91 балів за аналітичний розділ, в якому здобувач запроєктував деталь "Корпус пресу" на підставі обмежених початкових даних.
- 2) 92 балів за технологічний розділ, в якому виконано проєкт технології механічного оброблення деталі. При цьому застосовано прогресивний сучасний верстат з ЧПК та прогресивні різальні пластини із твердих сплавів.
- 3) 93 бали заслуговує спеціальний розділ, в якому виконано комп'ютерне моделювання робочих процесів оброблення поверхонь деталі. Для вирішення цієї задачі застосовано САМ-систему..
- 4) 94 бали заслуговує науково-дослідницький розділ, в якому уточнено і задіяно алгоритм раціонального вибору вимірювального приладу для контролю геометричної точності центрального отвору деталі.

На 93 балів оцінена якість оформлення. Маються деякі неточності в тексті та графічних матеріалах.

В цілому представлена на підпис випускна кваліфікаційна робота може бути оцінена на 93 балів (відмінно).

Керівник кваліфікаційної роботи  
канд. техн. наук, професор кафедри ТМБМЗ

 22.05.25

С.Т. Пацера

**РЕЦЕНЗІЯ**  
**на випускню кваліфікаційну роботу магістра**

Тема: Дослідження технології механічного оброблення деталі "Корпус пресу" з визначенням достовірності контролю центрального отвору.

Здобувач: Коваленко Андрій Віталійович.

Спеціальність: 131 Прикладна механіка.

Обсяг проекту: Достатній для захисту.

Наявність графічного матеріалу до захисту: Графічний матеріал викладено у додатках у пояснювальній записці.

Послідовність викладення пояснювальної записки: Відповідає вимогам.

Короткий зміст проекту та прийнятих рішень:

В аналітичному розділі розроблено кресленик типової деталі "Корпус пресу" та оцінено технологічність її конструкції.

В технологічному розділі обґрунтовано концепцію механічного оброблення деталі та напрямки дослідження геометричної точності.. Недоліком у даному розділі є відсутність повного комплекту технологічної документації для серійного виробництва..

В спеціальному розділі розглянуто алгоритм використання САМ системи для моделювання процесів оброблення деталі на верстаті з ЧПК.

Задачею науково-дослідницького розділу є визначенням рівня достовірності контролю геометричної точності центрального отвору деталі в залежності від допустимої граничної похибки вимірювання та точності формоутворення отвору технологічною системою.

Висновок про відповідність завданню: Кваліфікаційна робота в цілому відповідає завданню.

Недоліки: Здобувач не має публікацій у наукових виданнях.

Запропонована оцінка випускної кваліфікаційної роботи: 92 бали (відмінно).

Рецензент  
канд. технічних наук



Ю.Г. Кравченко

## Звіт подібності

## метадані

Назва організації

Dnipro Polytechnic National Technical University

Заголовок

11 КвР магістр Коваленко 2025

Автор

Науковий керівник / Експерт

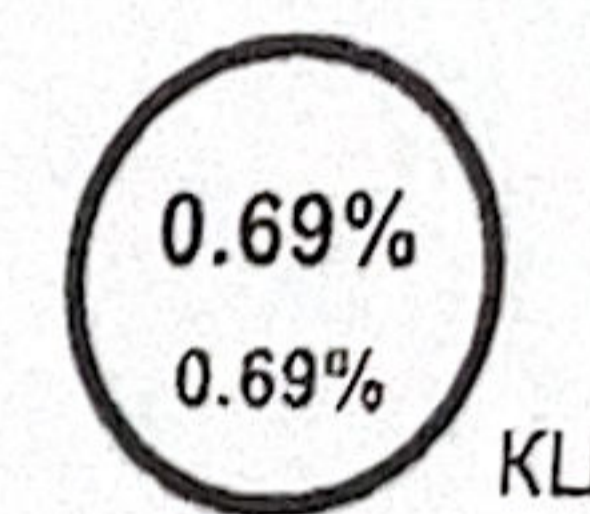
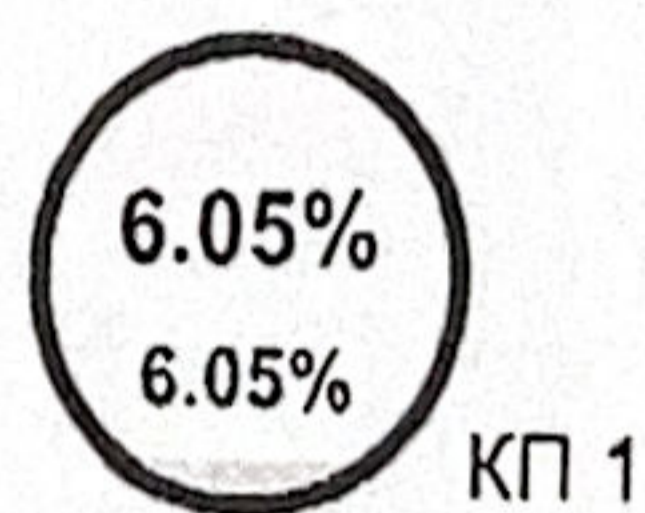
Коваленко А.В. Богданов Олександр

підрозділ

Dnipro Polytechnic National Technical University

## Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25  
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

3751  
Кількість слів

29609  
Кількість символів

## Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		39
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		24

Коваленко