

в записку
23.05.2025
Вторник

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

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

Здобувача вищої освіти Дударя Владислава Юрійовича
(ПІБ)
академічної групи 131М-23н-1
(шифр)
спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-науковою програмою
Наскрісний інжиніринг машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Оптимізація режимів різання для фрезерного верстата з ЧПК
при механічній обробці деталі «Корпус редуктора»

за наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.04.25 №317-с
(назва та наказом ректора)

| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|------------------------|--------------------|------------------|---------------|--------------|
| | | рейтинговою | інституційною | |
| кваліфікаційної роботи | Богданов О.О. | 89 | добре | В. Богданов |
| розділів | | | | |
| Аналітичний | Богданов О.О. | 89 | добре | В. Богданов |
| Технологічний | Богданов О.О. | 89 | добре | В. Богданов |
| Спеціальний | Богданов О.О. | 89 | добре | В. Богданов |
| Науково-дослідницький | Богданов О.О. | 89 | добре | В. Богданов |
| Рецензент | Анциферов О.В. | 89 | добре | О. Анциферов |
| Нормоконтролер | Рубан В.М. | 89 | добре | В. Рубан |

Дніпро
2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(підпис та печатка)

В.А. Дербабя
(підпис та печатка)

в _____ н _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

здобувачу вищої освіти Дударю В.Ю. академічної групи 131м-23и-1
(підпис та печатка) (цифри)
спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою
Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Оптимізація режимів різання для фрезерного верстата з ЧПК
при механічній обробці деталі «Корпус редуктора»

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 фрезерної обробки деталі «Корпус редуктора» на фрезерному верстаті з ЧПК

Предмет досліджень – оптимальні режими різання (подача, частота обертання шпинделя) при механічній обробці корпусної деталі із чавуну

Мета – оптимізувати режими різання при фрезеруванні деталі «Корпус редуктора» на верстаті з ЧПК для підвищення ефективності обробки, зниження витрат та забезпечення необхідної якості поверхні

Вихідні дані для проведення роботи – кресленні деталі «Корпус редуктора», дані про матеріал деталі, характеристики верстатів та різального інструменту, теоретичні та довідкові дані з оптимізації процесів різання

3 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Новизна – встановлення оптимальних режимів різання при фрезеруванні деталі, вплив жорсткості інструменту на параметри режимів різання

Практична цінність – розробка методики визначення оптимальних параметрів режимів різання для умов серійного виробництва, зниження витрат на обробку

4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Достовірність математичної моделі оптимізації режимів різання, отримання чітких рекомендацій щодо параметрів фрезерування, актуальність та відповідність обмеженням верстатного обладнання, використання сучасних програмних засобів моделювання

5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

| Найменування етапів робіт | Строки виконання робіт (початок-кінець) |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Аналіз технологічності конструкторської деталі | 03.02.25-16.02.25 |
| Проект технології обробки деталі | 17.02.25-02.03.25 |
| Розробка верстатного пристрою, складання специфікації | 03.03.25-16.03.25 |
| Оптимізація режимів різання при фрезеруванні | 17.03.25-04.05.25 |

6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект – оптимізація виробничого процесу, зниження зношування інструменту

Соціальний ефект – поліпшення умов праці за рахунок зменшення часу роботи, впровадження сучасних методів оптимізації

7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Забезпечення відповідності технологічного процесу стандартам ДСТУ, ISO, впровадження автоматизації та використання верстатів з ЧПК

Завдання видано


(підпис керівника)

О.О. Богданов
(підпис та прізвище)

Дата видачі

03.02.2025

Дата подання до екзаменаційної комісії

09.05.2025

Прийнято до виконання


(підпис керівника)

В.Ю. Дудар
(підпис та прізвище)

Рецензія
на магістерську кваліфікаційну роботу
студента групи 131М-23н-1 Дударя Владислава Юрійовича
на тему: «Оптимізація режимів різання для фрезерного верстата з ЧПК при
механічній обробці деталі «Корпус редуктора»

У кваліфікаційній роботі досліджено процес фрезерної обробки корпусної деталі типу «Корпус редуктора» на верстаті з числовим програмним керуванням HAAS VF-4. Основна мета – оптимізація режимів різання для досягнення мінімальної собівартості, підвищення продуктивності та забезпечення заданої якості поверхні.

Робота містить чотири основні розділи: аналітичний, технологічний, спеціальний та науково-дослідницький. У першому розділі проаналізовано конструкцію деталі та її технологічність. У технологічному – розроблено маршрут обробки, підібрано обладнання, інструмент і режими. У спеціальному розділі спроектовано верстатне пристосування для фіксації деталі. У науково-дослідницькому – побудовано математичну модель процесу фрезерування та знайдено оптимальні режими обробки із застосуванням програмного середовища Mathcad.

До позитивних сторін роботи можна віднести:

- актуальність тематики та її прикладну цінність для виробництва;
- повноту виконання поставлених завдань;
- використання сучасного обладнання та програмного забезпечення (HAAS VF-4, Mathcad);
- самостійність виконання та якісний рівень оформлення.

Серед недоліків слід зазначити:

- незначні повторення у викладі матеріалу;
- недостатньо детально подано пояснення щодо вибору окремих технічних параметрів та коефіцієнтів у розрахунках;
- деякі розділи можна було б доповнити висновками у формі коротких таблиць для кращої візуалізації результатів.

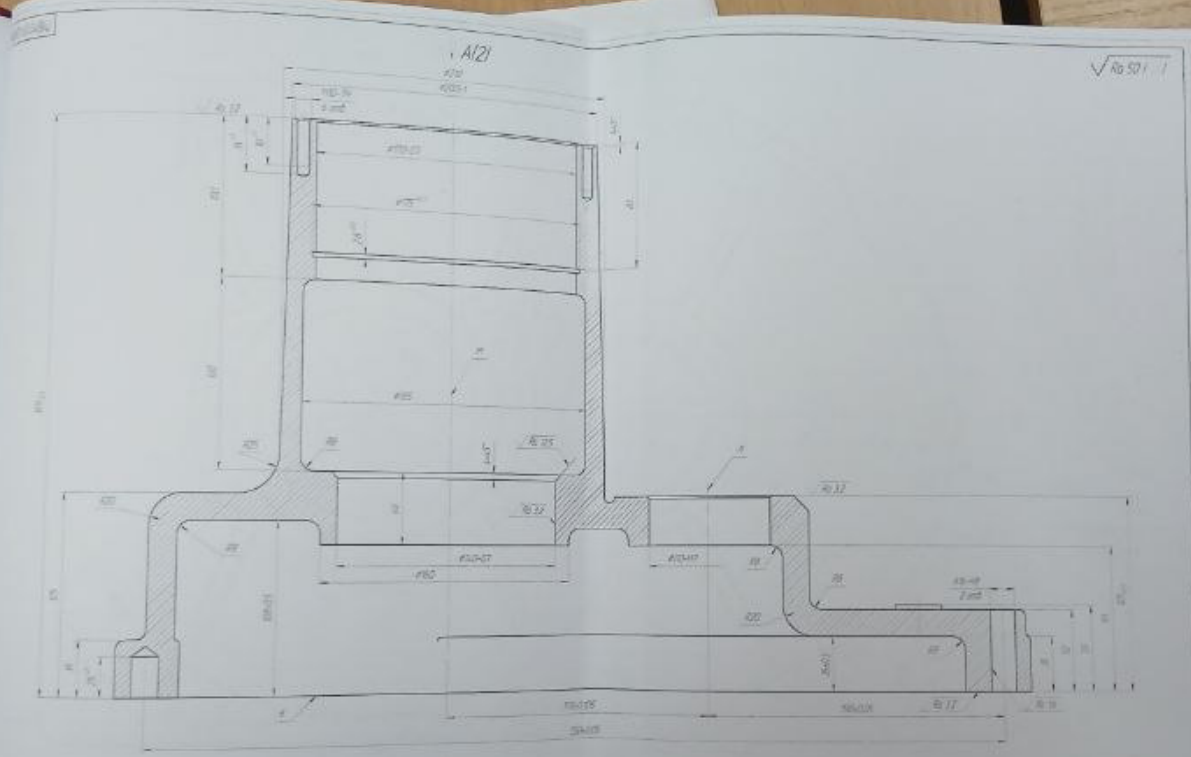
У цілому, робота відповідає вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт, демонструє достатній рівень наукової підготовки, аналітичних навичок та здатність вирішувати прикладні задачі машинобудування.

Оцінка роботи – 89 балів («добре»). Робота може бути допущена до захисту.

Рецензент
канд. техн. наук, доцент кафедри
інжинірингу та дизайну
в машинобудуванні
Дата: 19.05.2025 р.



Олександр АНЦИФЕРОВ



A12

√ Rb 57 / 1

H1

- 1. Ширина шланга 1,5 м
- 2. Диаметр отверстия 100 мм
- 3. Диаметр отверстия 100 мм

*По заказу
5.10.2016
[Signature]*

| | |
|------------------|---|
| 750-01-01125-011 | |
| Корпус | 1 |
| подшипник | 1 |
| шпindel | 1 |
| шайба | 1 |
| гайка | 1 |
| болт | 1 |
| шпindel | 1 |
| шайба | 1 |
| гайка | 1 |
| болт | 1 |
| шпindel | 1 |
| шайба | 1 |
| гайка | 1 |
| болт | 1 |

Технічні обмеження

| | |
|-----------------------------------------|------|
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.1 |
| Обмеження на частоту обертання валу | 19.2 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.3 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.4 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.5 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.6 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.7 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.8 |
| Обмеження на частоту обертання шестерні | 19.9 |

Математична модель

$$\begin{cases}
 (1-u) \cdot m(n) + u \cdot m(S_1) \leq m_{\text{доп}} \cdot \frac{1000 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot N_{\text{дв}} \cdot \eta}{C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}}} \\
 m(n) + u \cdot m(S_1) \leq m_{\text{доп}} \cdot \frac{1000 \cdot C_{\text{дв}} \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}}}{C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}}} \\
 m \cdot m(n) + u \cdot m(S_1) \leq m_{\text{доп}} \cdot \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot F \cdot D}{10 \cdot C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}} \cdot A} \\
 -m \cdot m(n) + u \cdot m(S_1) \leq m_{\text{доп}} \cdot \frac{C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}} \cdot m \cdot n}{10 \cdot C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}} \cdot m \cdot n} \\
 m(S_1) \leq m_{\text{доп}} \cdot \frac{C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}}}{10 \cdot C_{\text{дв}} \cdot 10^3 \cdot \omega_{\text{дв}} \cdot i \cdot K_{\text{дв}}} \\
 m(n) \leq m_{\text{доп}} \\
 m(S_1) \leq m_{\text{доп}} \\
 m(S_2) \leq m_{\text{доп}} \\
 m(S_3) \leq m_{\text{доп}} \\
 F = m(n) + m(S_1) - m_{\text{доп}}
 \end{cases} \quad (1.10)$$

$$\begin{cases}
 y + 0,74 \cdot x \leq 12,97 \\
 0,74 \cdot x \leq 13,12 \\
 y + 0,74 \cdot x \leq 5,07 \\
 0,74 \cdot x \leq 8,3 \\
 x \leq 3,23 \\
 y \geq 7,3 \\
 y \leq 9 \\
 x \geq -4,61 \\
 x \leq -1,2 \\
 F = y + x - \max
 \end{cases}$$

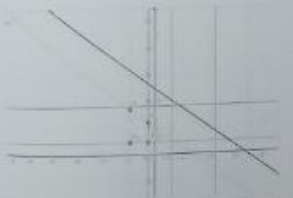


Рис. 1.1. Графік лінійного програмування з двома обмеженнями. 1 - лінійне обмеження, 2 - лінійне обмеження, 3 - область допустимих рішень, 4 - цільова функція, 5 - лінійне обмеження, 6 - лінійне обмеження, 7 - лінійне обмеження, 8 - лінійне обмеження, 9 - лінійне обмеження.



Рис. 1.2. Графік лінійного програмування з трьома обмеженнями. 1 - лінійне обмеження, 2 - лінійне обмеження, 3 - лінійне обмеження, 4 - цільова функція, 5 - лінійне обмеження, 6 - лінійне обмеження, 7 - лінійне обмеження, 8 - лінійне обмеження, 9 - лінійне обмеження.

Оптимальні режими різання

1. Програма в Mathcad

Оптимальні режими частоти обертання шестерні та валу при заданих параметрах програми Mathcad, складаються:

$n = 385,22 \text{ об/хв.}$
 $S_1 = 0,3 \text{ мм/зуб.}$

2. Графічний спосіб

Технічні обмеження - А. Оптимальні режими різання:

$n = 378,61 \text{ об/хв.}$
 $S_1 = 0,3 \text{ мм/зуб.}$

- Висновки:**
- 1) Введення обмежень. Найважливішим фактором при визначенні оптимальних режимів є жорсткість інструменту. Це обмеження необхідно вводити знову або вказати функції.
 - 2) Застосування методу координатних підходів (аналитично розв'язувати та математично перетворювати) дозволяє знайти оптимальні параметри, які одночасно задовольняють всі обмеження.
 - 3) Якщо цільової функції. Максимальна $F = y + x$ (або $F = m(n) + m(S_1)$) показує, що оптимальним режимом є режим, який дає найбільше значення цільової функції.
 - 4) Переглянувши таблицю Mathcad, можна побачити, що оптимальні режими частоти обертання шестерні та валу, які відповідають оптимальним режимам, що задовольняють всі обмеження.

До захисту
 23.05.2023
 [Підпис]

Відгук
на кваліфікаційну роботу магістра
студента групи 131м-23н-1 ММФ Дударя Владислава Юрійовича
на тему: «Оптимізація режимів різання для фрезерного верстата з ЧПК при
механічній обробці деталі «Корпус редуктора»»

У кваліфікаційній роботі студента Дударя В.Ю. розглянуто задачу підвищення ефективності фрезерної обробки корпусної деталі шляхом оптимізації режимів різання на верстаті з ЧПК.

В аналітичному розділі проведено аналіз технологічності конструкції деталі та обґрунтовано вибір матеріалу – сірого чавуну СЧ200. Встановлено, що деталь є технологічною за всіма основними критеріями: точність, шорсткість, коефіцієнт використання матеріалу.

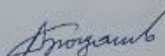
У технологічному розділі обґрунтовано метод отримання заготовки шляхом лиття, розраховано припуски, розроблено маршрут обробки, підібрано інструмент та режими різання. Обробка виконується на сучасному обладнанні – верстаті HAAS VF-4.

У спеціальному розділі спроектовано верстатне пристосування для фрезерування площини роз'єму корпусу редуктора, виконано його розрахунок на міцність і точність, складено специфікацію.

У науково-дослідницькому розділі виконано аналіз літературних джерел з тематики оптимізації процесів різання, побудовано математичну модель, проведено оптимізаційні розрахунки із застосуванням Mathcad. Визначено оптимальні значення подачі та частоти обертання, які забезпечують мінімальну собівартість обробки.

Кваліфікаційна робота виконана самостійно, в повному обсязі, відповідає поставленій меті, має наукову новизну та практичну цінність. Робота може бути допущена до захисту з рекомендованою оцінкою 89 балів, «добре», а її автор заслуговує на присвоєння ступеня магістра спеціальності 131 Прикладна механіка за освітньо-науковою програмою «Наскрізнний інжиніринг машинобудівного виробництва».

Керівник
кваліфікаційної роботи
канд. техн. наук, доцент
Дата: 12.05.2025 р.



Олександр БОГДАНОВ