

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Іванов Михайло Дмитрович
академічної групи 131М-22Н-1 ММФ
спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження і розрахунок характеристик міцності деталі
«Робоче колесо» методами комп'ютерного моделювання»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
30 квітня 2024 р. за №382-с

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	

Встановлено, що матеріали даної кваліфікаційної роботи містять чутливу інформацію щодо реальних об'єктів критичної інфраструктури України, національної безпеки і оборони України, зокрема відомості про їх місце розташування, службове призначення, конструкторську і технологічну документацію, описи конструкторських матеріалів та їх властивості, іншу додаткову літературу та посилання. У зв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму закладом освіти.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
ашинобудування та матеріалознавства

В.А. Дербаба

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«__» _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу**

ступеню магістра

студенту Іванов Михайло Дмитрович

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження і розрахунок характеристик міцності деталі
«Робоче колесо» методами комп'ютерного моделювання»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
30 квітня 2024 р. за №382-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Службове призначення деталі. Фізико-механічні властивості матеріалу деталі. Хімічний склад. Аналіз технологічності конструкції деталі.	29.01.2024- 25.02.2024
Технологічний	Встановлення виробничої програми випуску деталей. Вибір заготовки. Розроблення маршруту виготовлення деталі. Вибір технологічного обладнання. Визначення режимів різання.	26.02.2024- 24.03.2024
Спеціальний	Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент. Складання автоматизованої технології обробки деталі.	25.03.2024- 21.04.2024
Науково-дослідницький	Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції деталі «Робоче колесо».	22.04.2024- 19.05.2024

Завдання видано _____ Алексєенко С.В.

Дата видачі 15 січня 2024 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 06.05.2024 р.

Прийнято до виконання _____ М.Д. Іванов

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекту:

«Дослідження і розрахунок характеристик міцності деталі «Робоче колесо» методами комп'ютерного моделювання».

Розрахунково - пояснювальна записка виконана на 44 аркушах формату А4, складається з 4 розділів. Креслення виконані на 2 аркушах формату А3. Додатки до розрахунково-пояснювальної записці складають 16 арк. формату А4.

Об'єктом розробки в дипломному проекті є операційні технологічні процеси механічної обробки деталі - «Робоче колесо».

Мета дипломного проекту - розробка та удосконалення технологічних процесів деталей шасі літака з застосуванням прогресивних комп'ютерних CAD / САМ систем і устаткування з ЧПУ.

Методи досліджень, використані в дипломному проекті,
- Тривимірне твердотіле моделювання:

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

розшифрування, програма, версія, рік.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Службове призначення деталі	7
1.2 Фізико-механічні властивості матеріалу деталі. Хімічний склад	7
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталей.....	10
2.2 Вибір заготовки.....	11
2.3 Розроблення маршруту виготовлення деталі	14
2.4 Вибір технологічного обладнання.....	16
2.5. Визначення режимів різання.....	16
3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	17
3.1 Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент	17
3.2 Складання автоматизованої технології обробки деталі.....	20
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	30
4.1 Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції деталі «Робоче колесо»	30
Загальні висновки.	43
Перелік посилань.	44
Додатки	

Вступ

Мета дипломного проектування по технологічним основам машинобудування - навчитися правильно застосовувати теоретичні знання, отримані в процесі навчання, використовувати свій практичний досвід роботи на машинобудівних підприємствах для вирішення професійних технологічних і конструкторських завдань.

При виконанні роботи ставляться наступне завдання:

Розширення, поглиблення, систематизація і закріплення теоретичних знань, і застосування їх для проектування прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей.

Розвиток і закріплення навичок самостійної творчої інженерної роботи.

У даній роботі розробляється технологічний процес виготовлення деталі типу «Робоче колесо». Метою даної роботи є визначення різних характеристик, таких як швидкість різання, технологічний і допоміжний час і інше, вибіроптимального технологічного обладнання, на якому буде виконуватися технологічний процес, технологічної оснастки, ріжучого інструменту, вибірту типу заготовки, визначення виробничої партії, розрахунок припусків на механічну обробку.

Робота пов'язана з науковим напрямом кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства та виконана відповідно договору про співпрацю та договором про нерозголошення конфіденційної інформації та комерційної таємниці з ТОВ «ДТМ-ІНЖИНІРИНГ».

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Деталь «Робоче колесо» (рис.1) є складовою ексцентрикового затискного мезанізму і служить для передачі затискного зусилля. Призначення деталі робить її відповідальною, в зв'язку з чим, на деталь встановлені досить жорсткі допуски на розміри, а також допуски розташування

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

зазначенням умовного позначення.

1.3 Визначення типу виробництва і форми його організації.

На цій стадії проектування, в якості вихідних даних для визначення типу виробництва приймаються маса і річна програма випуску деталі «Робоче колесо»:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на 12 днів.

Φ - число робочих днів у році (254 дня). Отже, для деталі «Робоче колесо»:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Технологічний контроль креслення деталі та аналіз її на технологічність

Дане «Робоче колесо» є цілісною деталлю, і замінити її на збірну конструкцію не доцільно. Креслення виконано з дотриманням всіх вимог ДСТУ. Наньому показані всі необхідні для однозначного розуміння форми деталі види і перетину, а також всі необхідні дані по виконанню деталі. При проектуванні витримані всі стандарти. Дана деталь являє собою тіло обертання. Всі поверхні легко доступні в процесі обробки. На кресленні проставлені всі розміри з допусками і відхиленнями. Параметри шорсткості відповідають точності розмірів.

Основними базовими поверхнями є поверхні В «Робочого колеса» з шорсткістю поверхні $Ra_{0,32}$ мкм відповідно, геометрична вісь яких є основною конструкторською базою, що визначає положення вала в механізмі уздовж осі.

На кресленні вказані всі додаткові технічні вимоги до обробки деталі, і контролю якості її виконання.

Всі види показані на кресленні, дозволяють отримати повне уявлення про форму деталі. На кресленні вказані всі розміри і відхилення, а також параметри шорсткості.

Механічна обробка вище перерахованих поверхонь, за вимогами креслення. Для забезпечення точності їх взаємної роботи, деталі застосовуються спільно.

2.2. Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технологічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення відповідно до забезпечення необхідної якості деталі.

Технологічним процесом виготовлення деталі «Робоче колесо»

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

використовується пруткова заготовка довжиною 552 мм з сортового

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Припуск на механічну обробку включає основний, а також додаткові припуски, що враховують відхилення форми поковки. Величини припусків призначаються на одну сторону номінального розміру поковки.

Визначення припусків на механічну обробку проводиться виходячи з номінального розміру, що визначає положення поверхні, її параметра шорсткості і вихідного індексу. Припуски на механічну обробку наведені в таблиці 2.2.1

Таблиця 2.2.1. Припуски на механічну обробку.

Позначення припуску	Номінальний розмір, мм	Параметр шорсткості Ra, мкм	Основний припуск на сторону.	Допоміжний припуск,	Загальний припуск
---------------------	------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------	-------------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів поковок призначаються в залежності від вихідного індексу і розмірів поковки і наведені в таблиці 2.2.2

Таблиця 2.2.2. Допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів поковки

Позначення розміру	Номинальний розмір, мм	Допустиме відхилення, мм	Виконуємоий розмір, мм

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

2.3 Розробка маршруту механічної обробки деталі

Для складання раціонального технологічного маршруту аналізуємо технічні вимоги до кожної оброблюваної поверхні деталей.

Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначається методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітету розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності матеріалу. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення, наведені в таблиці

Таблиця 2.3.1. Методи обробки поверхонь деталі «Робоче колесо»

Вид поверхні розмір, мм		Методи обробки
Торець Ø1	<p>Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.</p>	Шліфування
Отвір Ø3		Шліфування
Зовнішній Ø		Шліфування
Зовнішній Ø		Шліфування
Зовнішній Ø		Шліфування
Зовнішній Ø		Шліфування
Торець Ø1		Шліфування

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

технічних вимог.

Чорнові технологічні бази використовуються тільки на початкових операціях для підготовки чистових баз для наступних операцій.

Маршрут обробки деталі «Робоче колесо»

Виходячи з прийнятих МОП, розробляємо маршрут обробки деталі на підставі типового маршруту з урахуванням обраних технологічних баз, і представляємо його у вигляді таблиці 2.3.2.

Таблиця 2.3.2. Маршрут обробки деталі «Робоче колесо»

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

можливості. до них відносяться: вид обробки, габарити робочої зони і точність обробки.

Технологічне обладнання для обробки деталі «Робоче колесо».
Для створення підвійний опрацюванні публікації параметри СДП 9520

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

трудомісткість обробки.

Методику розрахунку режимів різання приймаємо по джерелам довідників TaeguTec, Korloy, Hoffmann Group, Seco та інші довідники стандарту ISO.

о
о
о
о
-
я
і
і

Розрахунок режимів різання виконується автоматично за допомогою програми FeatureCAM. Данні розрахунку наведені в Додатку 3.

3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК

Відповідно до типового маршруту виготовлення деталей при механічній обробці, на першій операції необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки. Технологічними базами при обробці деталі «Робоче колесо» представленої на рис.1 будуть зовнішні циліндричні поверхні. Мінімальнотрудомісткість операції при високій концентрації й продуктивності, а також незначних витратах на переналагодження,

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Використання даних зображень дозволяє виконати контроль параметрів і якості деталі в процесі її виготовлення та комплексний контроль після обробки.



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Увесь використаний інструмент вибрано з каталогів TaeguTec. На першому установі ведеться обробка правого торцю деталі, чорнова и чистова обробка зовнішніх діаметрів деталі з правої сторони, обробка канавок, центровка і свердління отвору діаметром 6 мм. Далі деталь перевстановлюється і ведеться обробка на другому технологічному переході лівого торцю обробка зовнішніх

діаметрів, канавок, та фрезерування.

3.2 Складання автоматизованої технології обробки деталі

Технологічний перехід 1

Інструментальний перехід 1 – Точіння лезка

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Інструментальний перехід 2 – Чорнове точіння зовнішніх поверхонь.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Інструментальний перехід 3 – Чистове точіння зовнішніх поверхонь.

Використовується різець зі змінними пластинами. Державка TGFR/CD 3525 M00

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Інструментальний перехід 4 – Чорнове точіння канавки.

Використовується різець зі змінними пластинами. Державка TGFR/L 1616-A з

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Інструментальний перехід 5 – Чистове точіння канавки.

Використовується різець зі змінними пластинами. Державка TGFR/L 1616-4 з пластиною TDT 1.00 TT9080

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Інструментальний перехід 7 – Свердління отвору діаметром 3 мм.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Інструментальний перехід 7 – Свердління отвору діаметром 3 мм. На данному переході використовується свердло зі змінними пластинами. Державка NHD 030-014-06 PE3 з пластинами TT9030.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

пластиною TDT 1.00 TT9080

Далі деталь перевстановлюють для обробки з лівої сторони

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

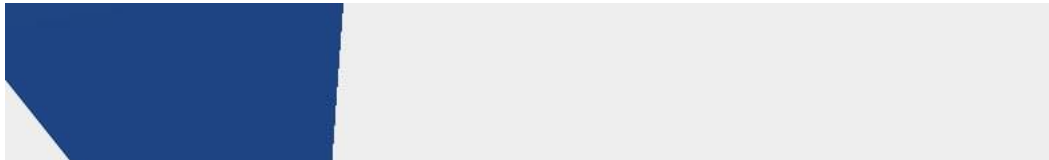
Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Використовується різець зі змінними пластинами. Державка SCLSK 2525 M09
з пластиною CCMT 09T308 PC TT9020


Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Використовується різець зі змінними пластинами. Державка TGFR/L 1616-4 з
пластиною TDT 1.00 TT9080

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.



Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Обробка деталі «Робоче колесо» завершена. Нижче
представлений
фрагмент програмного коду на токарну операцію.

Фрагмент програмного коду на токарну операцію

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Z0.0197
X-0.0509 Z0.0336

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції деталі «Робоче колесо»

Вихідні дані:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

навантаженні:

- максимальне та мінімальне значення деформації деталі (мм);
- розподіл значень еквівалентної загальної деформації (мм/мм);
- значення нормальних напружень вздовж поперечної осі (Па);
- значення еквівалентної напруги (за фон Мізесом);
- значення інтенсивних напружень (Па);
- енергію деформації (Дж).

Програмне забезпечення ANSYS при вирішенні задач розрахунків на міцність використовує метод скінчених елементів (МСЕ). Для геометричного моделювання може бути використано вбудований модуль Design Modeler.

В роботі вирішення задачі дослідження здійснено методом МСЕ в три етапи.

На першому етапі створено скінчено-елементну модель деталі «Робоче колесо» :

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

- вибрано тип аналізу – статичний, задано параметри обчислювальних процедур: кількість кроків навантаження – 1, тривалість прикладення навантаження – 1 с, кількість підкроків навантаження – 30;
- здійснюється вирішення системи рівнянь, отриманої методом МСЕ.

На третьому етапі здійснено аналіз отриманих результатів:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

4. 1 симетричні рівняння Коши

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial y} - \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial z} \right) = 2 \frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial x^2}$$

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \text{ и } \lambda = \frac{E\mu}{1+\mu} = \frac{E\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)} = \frac{E\mu}{1-2\mu} \quad (4.6)$$

являють собою величини, що залежать тільки від пружних постійних E і μ матеріалу, і називаються коефіцієнтами Ламе.

Тут X, Y – об'ємні сили;

u, v, w – переміщення у напрямках осей координат;

ε , γ – лінійна та кутова деформація.

Вирішення поставленої задачі може бути отримано у переміщеннях та у напругах.

У першому випадку геометричні рівняння (4.2) необхідно підставити у фізичні рівняння (4.5), а потім отриманий вираз підставити в рівняння рівноваги (4.1). Рішення отриманої системи із двох диференціальних рівнянь другого порядку щодо переміщень u та v буде розв'язком задачі.

У другому випадку напруги визначаємо за допомогою розв'язання системи з трьох диференціальних рівнянь: двох рівнянь рівноваги (4.1) і рівняння нерозривності деформацій в напругах (4.2).

4.2 Побудова моделі

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

умову суцільної поверхні з обмеженням переміщення в радіальному та аксіальному напрямках. До внутрішньої поверхні поперечного отвору прикладемо обертальний момент $M = 10$ Нм із лінійним законом зростання до заданого значення протягом 1 секунди. Кількість підкроків задаємо наступним чином: Initial substeps - 30, min substeps - 30, max substeps – 50, де числові значення підкроків означають їх кількість при виведенні результатів. Спрощено,

позначимо на поверхні «Робоче колесо» лінію контакту, та задамо по

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Сравнение для скінченних елементів та робочого колеса, виконуємо дискретизацію моделі скінченно-елементною сіткою задавши розмір елемента – 0,25 мм (рис. 4.2).

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.2 – дискретизована скінченно-елементна модель деталі «Робоче колесо»

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

4.4 Розрахунок характеристик міцності деталі

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

0,005

0,015



а)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

по об'єму деталі, положення точок з мінімальним та максимальним значенням повної деформації, б – графічна залежність деформацій від часу

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

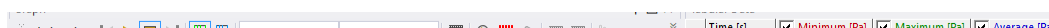
а)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

деформацій по об'єму деталі, положення точок з мінімальним та максимальним значенням відносної повної деформації, б – графічна залежність відносних деформацій від часу

Використавши модуль розрахунку Normal Stress визначаємо величину нормальних напружень при максимальному навантаженні вздовж осі Z.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

напружень по осі z від часу

На рис. 4.7, 4.8 та 4.9 наведені дані щодо розподілу та залежності від часу Stress Intensity – інтенсивних напружень (Па), Strain Energy (Дж) та Equivalent (von-Mises) stress – напруження за фон Мізесом (Па) при максимальному навантаженні.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Graph

Tabular Data

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

... сму деталі, положення 10-10х з мінімальним та максимальним значенням

напружень, б – графічна залежність напружень від часу

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

„)

Graph

Tabular Data

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

об'єму деталі, положення точок з мінімальним та максимальним значенням енергії деформації, б – графічна залежність енергії деформації від часу

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Graph Tabular Data

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

00 єму деталі, положення точок з мінімальним та максимальним значенням напружень, б – графічна залежність напружень за фон Мізесом від часу

Максимальна деформація в деталі виникає в місці поперечного отвору головки вала $1,6 \times 10^{-5}$ м (рис. 4.4); максимальна еквівалентна деформація $1,48 \times 10^{-3}$ м/м (рис. 4.5); найбільші нормальні напруження вздовж осі z виникають в області канавки, які = 76,6 МПа (рис. 4.6); інтенсивні напруження

досягають 371,1 МПа в місці контакту ексцентрика із відповідною деталлю; максимальна енергія деформації, яка $=9,65$ мДж виникає в області канавки (рис. 4.8). На рисунку 4.7 зображено максимальні і мінімальні напруження.

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

ВИСНОВОК

В першому розділі були аналізовані технологічні особливості виготовлення деталі «Робоче колесо» , обрано стратегію її виготовлення. В другому розділі були оброблені усі технологічні процеси для виготовлення деталі «Робоче колесо» – обрано метод виготовлення та форму заготовки, призначено які операції будуть виконуватись, виконано креслення, виконано технологічну документацію. Третій розділ присвячено підбору якісного оснащення і верстатних пристосувань з каталогів стандарту ISO. Четвертим розділом є аналіз альтернативних методів виготовлення деталі з використанням сучасних методів інструментів і програмних засобів. Були зроблені висновки визначено, які плюси та мінуси мають обидва методи підходу до виготовлення деталі «Робоче колесо» .

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

прикладна механіка / В.В. Проців, С.Г. Падера, В.В. Зуб, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 22 с.

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

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

11 Стандарт вищої освіти України бакалаврського рівня. Галузь знань 13 Механічна інженерія. Спеціальність 131 Прикладна механіка. [Електронний ресурс]. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/131-prikladna-mekhanika-bakalavr.pdf>.

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

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

14 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).

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

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

17 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.

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

А 15	
Б 16	

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

O11	3. Точити поверхні 2, 3, 4, 6 начисто в розмір
T12	Різець SCLCR 2525 M09 Державка – ССМТ 09Т308 РС (пластина – ТТ9020); Штангенциркуль Mahr 410251_150 DIN862 INOX
13	(t=1 mm, S=0,12 mm/об, Vm=300 m/min)

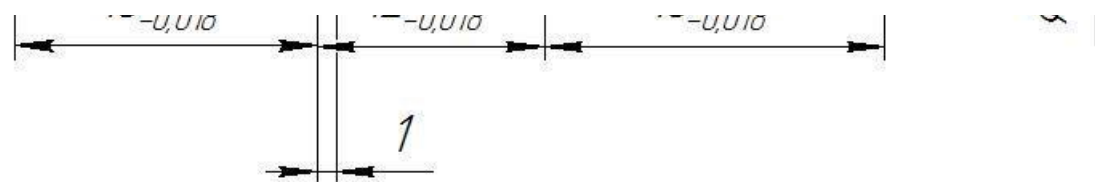
Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Т 15	Свердло спіральне NHD 030-014-06 PE3; (пластина – ТТ9030)								
Р 16		6	12	10	10	1	0,5	800	28
17									
18									

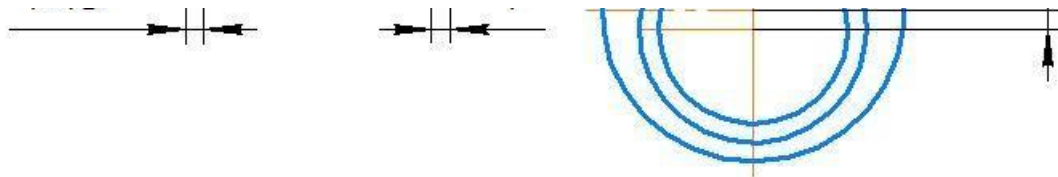
Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

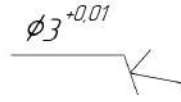
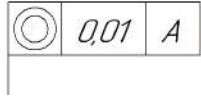
Р 15		4	1	1	0,75	1	0,05	500	100
О 16	12. Фрезерування ексцентрику 10								
Т 17	Фреза ТЕ90АХ 108-08-06; Державка АХМТ-0602R HF (пластина- ТТ9080								
Р 18		10	16	16	3,95	1	0,4	400	126

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.



Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.





Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Рис7. Точіння лівого торцю

Рис8. Точіння канавки
з лівого торцю

Рис10. Фрезерування ексцентрики

ДОДАТОК А

		Формат
1		
2		
3		
4	A4	1
5	A4	1
6		
7		
8		
9		
	A3	
11	A3	1
12	A4	1
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
Из.	Лист	
Розробн.	ІВ	
Керівн.	А	
Н.контр.		
Затв.		

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

4	0	NHD 030-X
5	0	TE90AX 1 TT9080-n

*Length refers to neck length for

Setup : Установ1

Setup Origin	0.0000, (0.00
Feature Name	Feature
торец1	Торец (Точ
торец1	Торец (Точ
точение1	Точ/Расточ
точение1	Точ/Расточ
канавка1	Канавка (То
канавка1	Канавка (То
отверстие1	Отверстие
отверстие1	Отверстие
Total Setup Time	
	00:01:37

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

патрона:

4	0	3	0	2	0
---	---	---	---	---	---

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**



Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.