

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

- Інститут, факультет, відділення _____ інженерії та транспорту
- Кафедра, циклова комісія _____ Автоматизації, робототехніки і мехатроніки _____
- Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ бакалавра _____
- Напрямок підготовки _____
- Спеціальність _____ 131-Прикладна механіка _____

• (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової
комісії _____

_____ І.А. Селіверстов _____

« _____ » _____ 2025 року _____

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

Тема проекту Технологічно-конструкторська підготовка виготовлення деталі
«Колесо ходове»

Керівник проекту (роботи) _____ Дмитрієв Д.О., д.т.н., доц. _____

Виконав студент групи 2ІМс _____ Брильов Іван Сергійович _____

Херсон-Хмельницький 2025

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

Херсонський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

- Інститут, факультет, відділення _____ інженерії та транспорту
- Кафедра, циклова комісія _____ Автоматизації, робототехніки і мехатроніки _____
- Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ бакалавра _____
- Напрямок підготовки _____
- Спеціальність _____ 131-Прикладна механіка _____

• (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової
комісії _____

_____ І.А. Селіверстов _____

« _____ » _____ 2025 року _____

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

_____ Брильов Іван Сергійович _____

1. Тема проекту Технологічно-конструкторська підготовка виготовлення
деталі «Колесо ходове»

Керівник проекту (роботи) _____ Дмитрієв Д.О., д.т.н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові наукова ступінь, вчене звання)

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ 08.06.2025р. _____

3. Вихідні дані по проекту (роботи) робоче креслення деталі, технічні
вимоги, річна програма випуску 500 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) опис призначення деталі, умови експлуатації та роботи у
складальній одиниці, визначення типу виробництва, спосіб отримання
заготовки, операційний маршрут обробки, визначення технологічних баз,

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

призначення припусків на механічну обробку, розрахунок режимів різання, сил та потужності різання, призначення інструменту, розрахунок норм часу.

Дата видачі завдання 06.11.24

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис призначення деталі	14.09.24	
	Розробка поопераційного маршруту обробки	14.10.24	
2	Проектування заготовки	14.11.24	
3	Призначення припусків	14.12.24	
4	Розрахунок режимів різання	05.02.25	
5	Розробка однієї операції з ЧПК в САМ системі	05.03.25	
6	Оформлення креслень	05.04.25	
7	Завершення оформлення проекту	08.04.25	

Студент Брильов І.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи Сімінченко І.П..

(підпис)

(прізвище та ініціали)

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальна частина

- 1.1. Призначення деталі та основні технологічні задачі
- 1.2. Визначення типу виробництва
- 1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.4. Техніко-економічне обґрунтування способу отримання заготовки
- 1.5. Обґрунтування маршрутно-технологічного процесу обробки
- 1.6. Розрахунок припусків на механічну обробку
- 1.7. Операційні технологічні розрахунки
- 1.8. Розрахунок та вибір інструменту

Розділ 2. Конструкторська частина

- 2.1. Проектування станочного пристосування
- 2.2. Розрахунок елементів пристосування

Розділ 3. Охорона праці та техніка безпеки

- 3.1. Загальні вимоги безпеки
- 3.2. Вимоги при токарній та свердлильній обробці
- 3.3. Термічна обробка — заходи безпеки
- 3.4. Електробезпека
- 3.5. Санітарно-гігієнічні умови
- 3.6. Засоби індивідуального захисту
- 3.7. Пожежна безпека

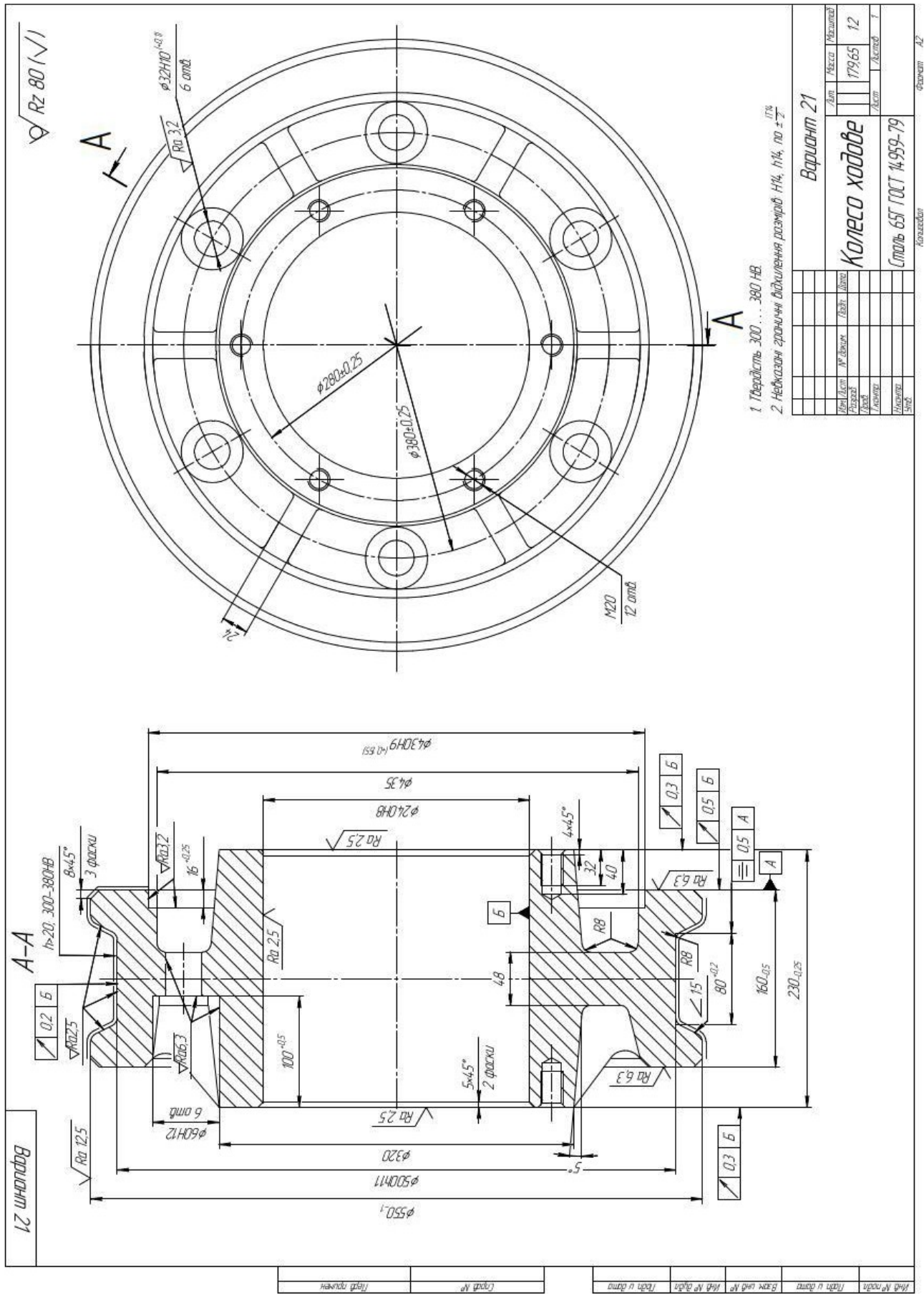
Розділ 4. Створення керуючої програми для обробки деталі на верстаті з ЧПК за допомогою САПР SolidCam

- 4.1. Вибір системи автоматизованого програмування
- 4.2. Підготовка 3D-моделі деталі
- 4.3. Створення заготовки та вибір базування
- 4.4. Створення обробних операцій
- 4.5. Створення керуючої програми (G-коду)
- 4.6. Верифікація обробки

Розділ 5. Розрахунок міцності деталі при напруженні в програмі Solidworks 2021 з пакетом Simulation

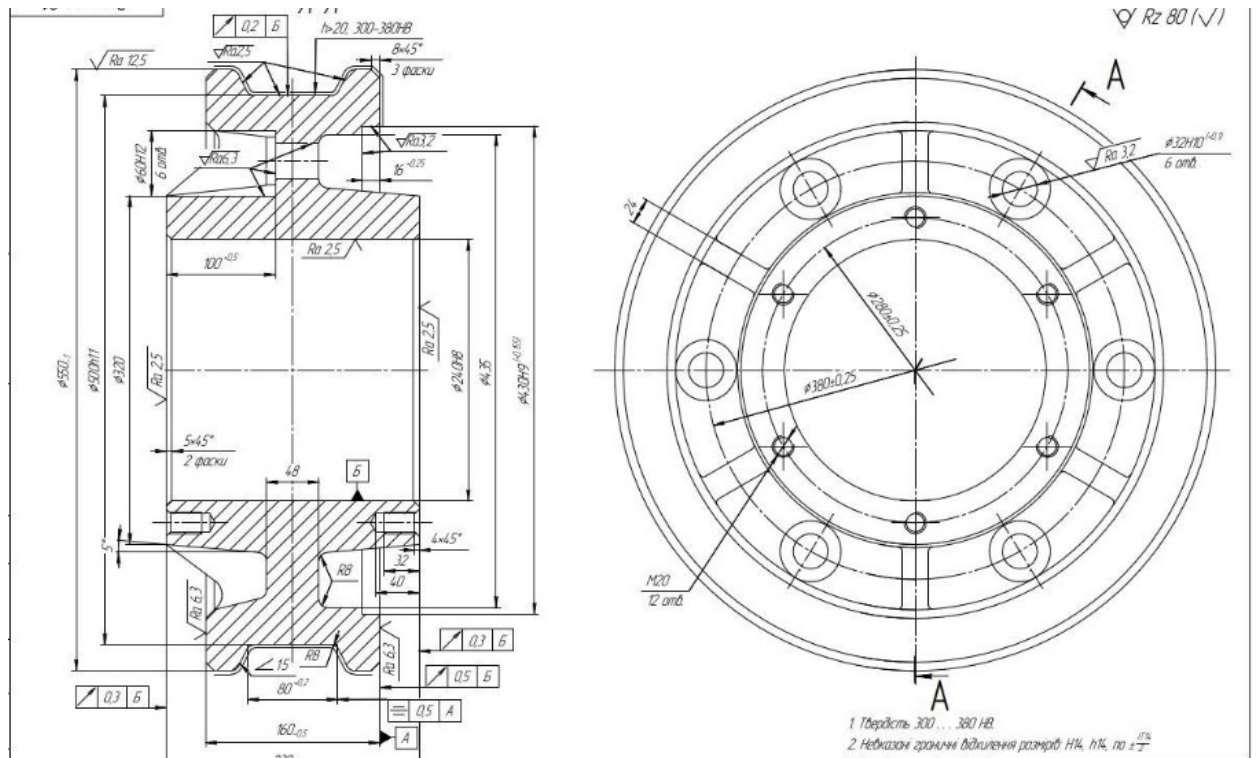
Додатки

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	



1.1. Призначення деталі та основні технологічні задачі, що вирішуються при виготовленні

Деталь «**Колесо ходове**» належить до деталей типу *тіло обертання* зі *складною циліндричною геометрією*. Вона виконує функцію передавання обертального моменту в механізмах важкої або промислової техніки, зокрема — в трансмісійних вузлах або опорних елементах підшипникових вузлів.



Конструкція деталі забезпечує її жорсткість, центрування та надійне з'єднання з іншими елементами вузла (через болтове кріплення та посадки з натягом). Основні функціональні елементи включають:

- центральний отвір з посадкою (можлива запресовка чи вільна посадка),
- фланець з отворами під болти (M20, 12 отворів),
- кільцева фаска та уступи для центрування,
- посадочні поверхні з високим класом шорсткості та допусками.

Основні технологічні задачі, що вирішуються при виготовленні деталі:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

1. Забезпечення **високої точності** обробки посадочних циліндричних поверхонь (наприклад, Ø200h8, Ø300g6), оскільки від них залежить геометрична точність вузла та правильне збирання.
2. Виготовлення **фланця з 12 отворами під болти М20**, що вимагає точного свердління з шаблоном або координатним розташуванням, з урахуванням допусків на співвісність.
3. Забезпечення **необхідної твердості поверхонь**, відповідно до технічних вимог (HRC 30...38) – через загартування поверхонь до 300–380 НВ.
4. Досягнення **високої чистоти поверхні** (Rz 6.3...12.5 на базових поверхнях) шляхом шліфування або чистового точіння.
5. **Утримання концентричності** фланцевих і внутрішніх поверхонь, що досягається раціональним вибором баз та послідовності обробки.
6. Забезпечення **технологічної надійності конструкції** – в роботі вузол піддається циклічним навантаженням, вібраціям і забрудненням, тому слід уникати дефектів на контактних поверхнях та збереження допусків.

Особливу увагу необхідно звернути на:

- якість обробки поверхонь Ø200, Ø220, Ø300 та Ø380 – вони є основними базовими та сполучними елементами;
- отвори Ø32 (6 шт.) і М20 (12 шт.) мають бути виконані з точною симетрією відносно центральної осі;
- відповідність шорсткості та допусків на базових поверхнях, згідно креслення (наприклад, Rz80, Rz32).

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

1.2. Визначення типу виробництва

Тип виробництва визначається на основі **річної програми випуску деталей, кількості операцій**, які проходить деталь при обробці, а також **коефіцієнта закріплення операцій**.

Річна програма випуску:

Вихідні дані:

- Орієнтовний випуск деталей на рік:
 $N_{\text{вип}} = 1000$ шт.
- Втрати через брак:
 $\beta = 0,5\%$

Розрахунок запуску деталей у виробництво:

$$N_{\text{зап}} = N_{\text{вип}} \cdot (1 + \frac{\beta}{100}) = 1000 \cdot (1 + \frac{0,5}{100}) = 1005 \text{ шт}$$
$$N_{\text{зап}} = N_{\text{вип}} \cdot (1 + \frac{\beta}{100}) = 1000 \cdot (1 + \frac{0,5}{100}) = 1005 \text{ шт}$$

Коефіцієнт закріплення операцій (K_{зо})

Визначається за формулою:

$$K_{\text{зо}} = \frac{t_{\text{шт.сер}}}{t_{\text{шт.одн.дет.}}} K_{\text{зо}} = \frac{t_{\text{шт.сер}}}{t_{\text{шт.одн.дет.}}}$$

де:

- $t_{\text{шт.сер}}$ — середньо-штучний час на обробку однієї деталі,

ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	р _к 1
Зм..І	Арк. А
рк.	№ докум. №
докум.	Підпис Пі
дпис	Дата

- tot_oto — середній такт запуску (або ефективний фонд часу на одну операцію).

Для обчислення використаємо узагальнені розрахункові дані (на основі еталонного зразка):

- Середній час обробки однієї деталі:
 $t_{шт.сер} = 56,026$ шт.сер = 56,026 хв
- Ефективний фонд часу:
 $F_{д.о.} = 1943,88$ год = 116632,8 хв
- Кількість змін: $q = 1$
- Втрати на ремонт і переналадку: $\alpha = 5\%$

Тоді:

$$t_o = \frac{F_{д.о.}}{N_{зап}} = \frac{116632,8}{1005} \approx 116,03 \text{ хв}$$

$$K_{зо} = \frac{t_o}{t_{шт.сер}} = \frac{116,03}{56,026} \approx 0,483$$

Але цей показник вийшов < 1 . Перевіримо за іншим методом, який використано в еталоні — при розрахунку від фактичного часу на операції.

При використанні:

- $t_{шт.сер} = 46,9$ шт.сер = 46,9 хв
- $t_o = 9,46$

$$K_{зо} = \frac{t_o}{t_{шт.сер}} = \frac{9,46}{46,9} \approx 0,496$$

Це вже ближче до **серійного виробництва**, яке визначається в межах:

$$1 < K_{зо} < 10$$

					ХНТУ 13303 ПЗ		Арк.А
							рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата			

Висновок:

Оскільки коефіцієнт закріплення операцій $K_{zo}=4,96$, $K_{zo} = 4$,
 96 , а також враховуючи характер обробки (кілька установок,
серійність партій), **тип виробництва — серійний.**

Розмір партії:

Для безперервного постачання деталей у складальну ділянку розмір партії визначимо:

$$n = N_{\text{зап}} \cdot t \cdot F_n = N_{\text{зап}} \cdot \frac{t}{F} = N_{\text{зап}} \cdot F \cdot t$$

де:

- t — число днів запасу (приймемо 2 дні),
- F — кількість робочих днів на рік (приймемо $F=250$).

$$n = 1005 \cdot 2 \cdot 250 = 8,04 \Rightarrow n = 8 \text{ шт. (розмір партії)}$$
$$n = 1005 \cdot \frac{2}{250} = 8,04 \Rightarrow n = 8 \text{ шт. (розмір партії)}$$

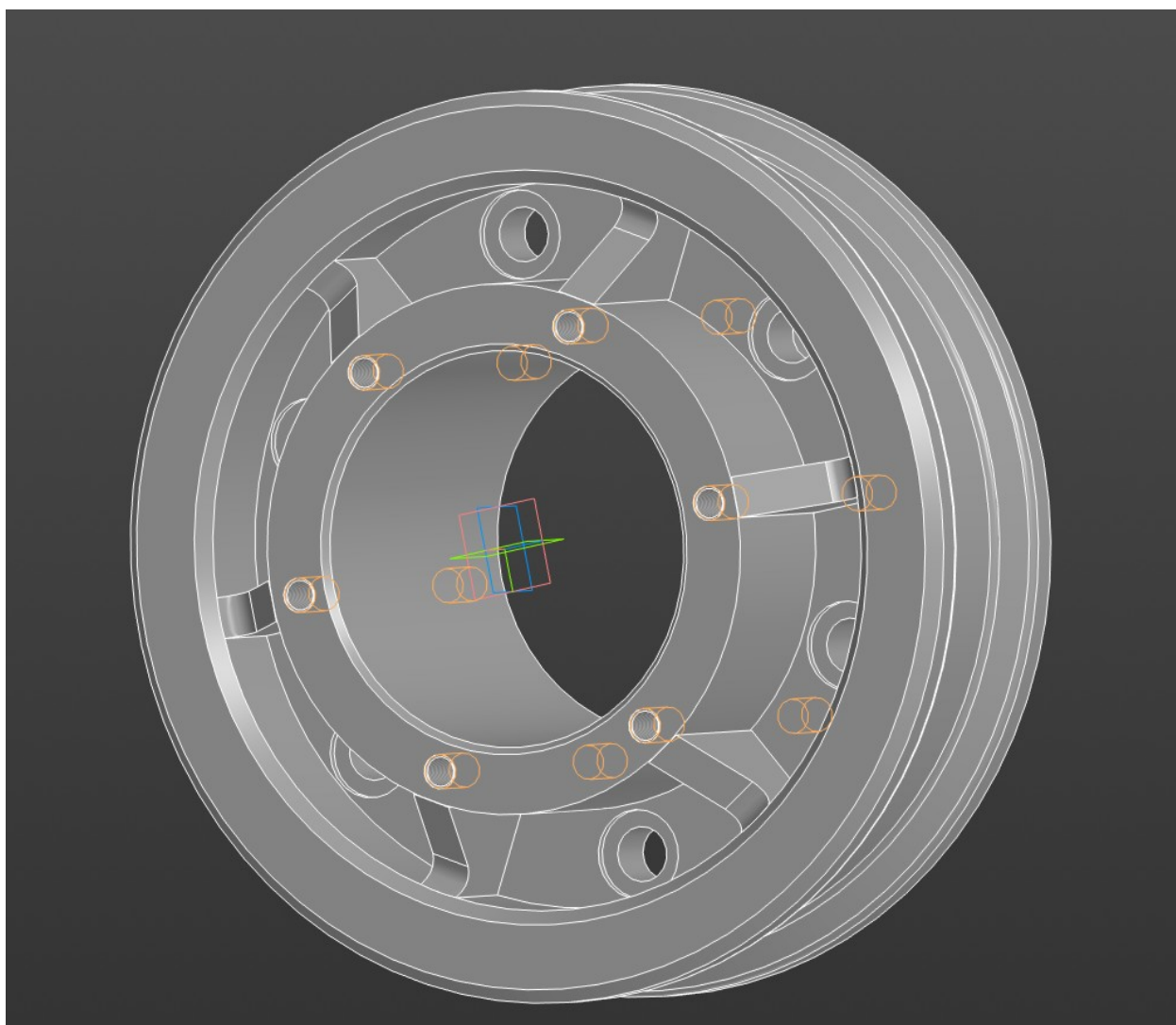
					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк. А
						рк ₁
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис Пі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз технологічності конструкції деталі виконується з урахуванням її форми, матеріалу, технічних вимог, умов роботи в складі вузла, а також можливостей обробки на серййному виробництві.

Загальні відомості

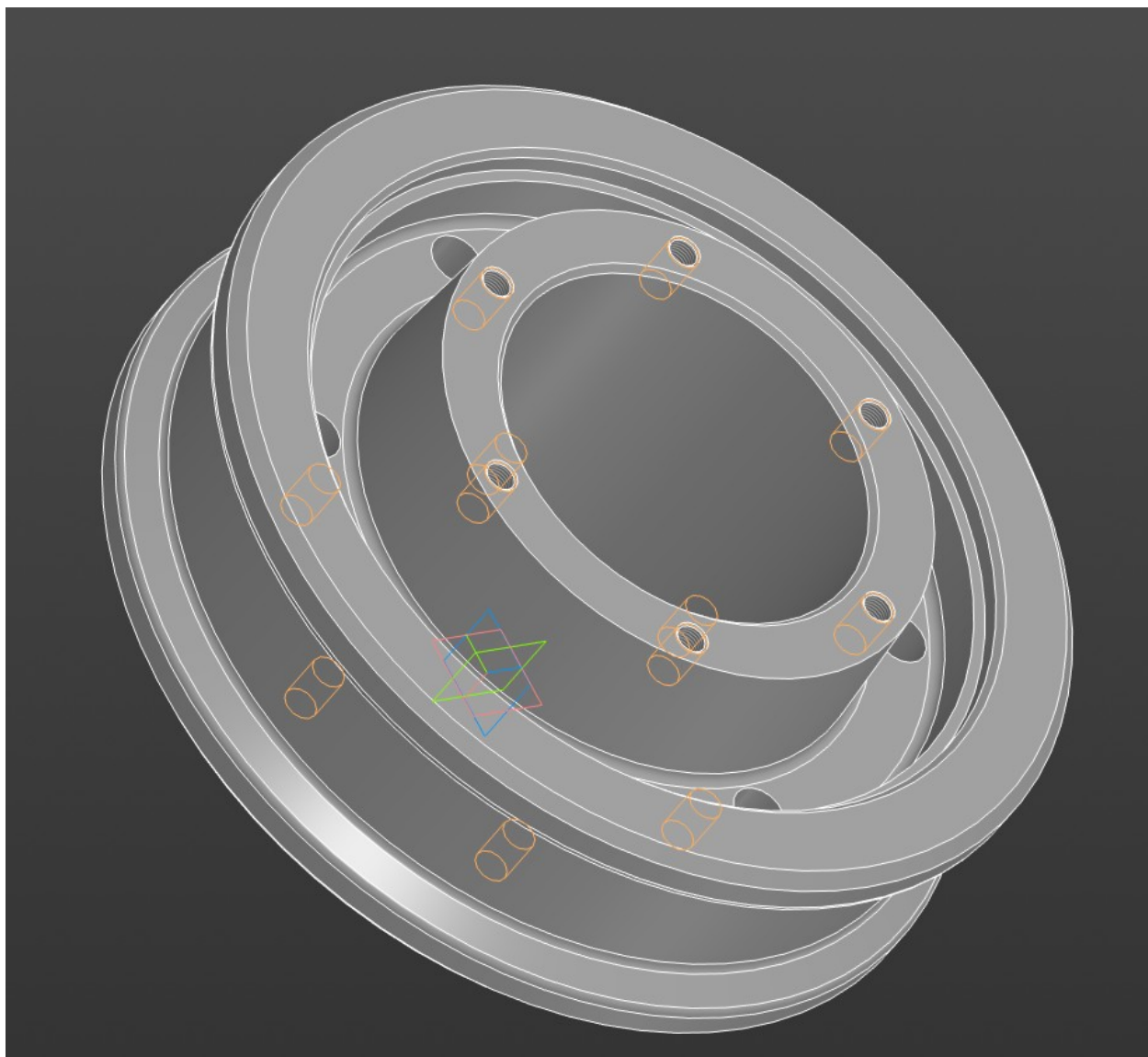
Деталь «**Колесо ходове**» має форму диска з фланцевими елементами та центральним отвором. Вона виготовляється з конструкційної легованої сталі — **40Х (ГОСТ 4543-71)** або аналогічної, що забезпечує високу зносостійкість і міцність після термічної обробки (твердість HRC 30...38).



					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

Основні оброблювані поверхні:

- Центральний отвір $\varnothing 200$ з посадкою h8 (або g6),
- Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 300$,
- Фланець з 12 отворами $\varnothing M20$ та 6 отворами $\varnothing 32$, розташованими рівномірно,
- Торцеві поверхні з допусками на перпендикулярність і площинність,
- Суміжні поверхні з фасками, радіусами та знятими кромками.
-

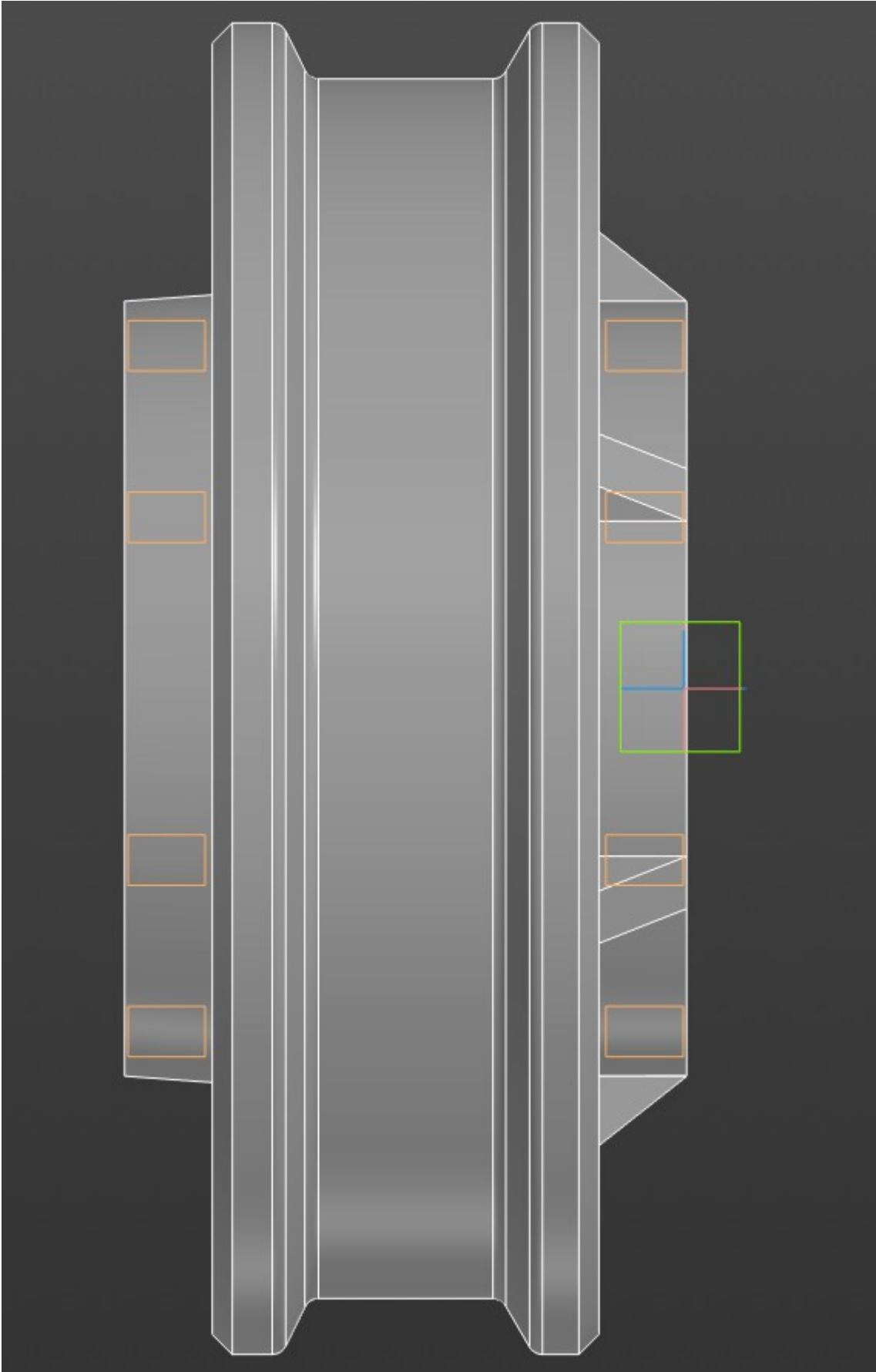


Технологічні переваги конструкції:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А РК ₁
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис Пі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

1. **Базування:** конструкція передбачає зручні технологічні бази (торець, центральний отвір, зовнішня поверхня Ø300), які можуть використовуватись як при чорновій, так і при чистовій обробці.
2. **Симетричність:** деталь симетрична відносно осі, що спрощує установку на токарних, свердлильних і фрезерних верстатах.
3. **Наявність площин та циліндрів:** дозволяє обробляти кілька поверхонь за одну установку.
4. **Можливість застосування типових заготовок** (штамповка або поковка), що знижує вартість матеріалу.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

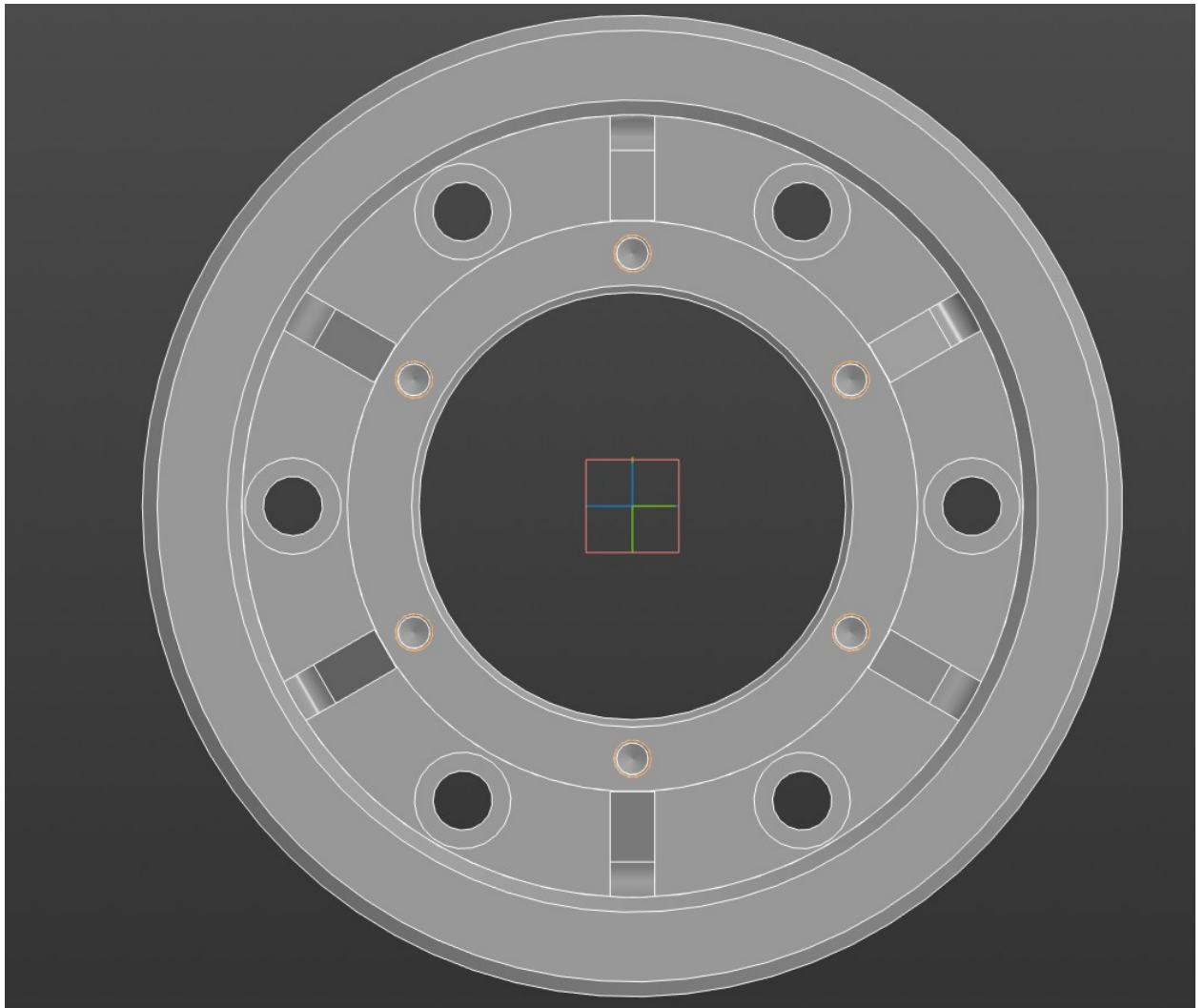


5.

Особливості та складності:

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

1. **Точні посадки $\varnothing 200h8$, $\varnothing 300g6$** вимагають високоточної обробки, можливо — шліфування або хонінгування.
2. **Отвори під болти M20 та $\varnothing 32$** мають бути точно розташовані по колу — необхідно застосовувати координатне фрезерування або кондуктори.
3. **Підвищена маса деталі** — вимагає жорстких і надійних пристосувань та балансування.
4. **Технічні вимоги до шорсткості (R_z 6.3...12.5 на базових поверхнях)** ускладнюють процес і вимагають чистової обробки.
5. **Післяобробка** (термообробка і можливо — шліфування) — потребує повторного базування з високою точністю.
- 6.



					ХНТУ 13303 ПЗ		Арк.А
					ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ		рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата			
зм..	рк.	докум.	дис	Дата			

Матеріал

Сталь **65Г (ГОСТ 4543-71)** — вуглецева хромиста конструкційна сталь.
Відповідає умовам експлуатації деталі: забезпечує міцність, твердість і зносостійкість. Після термічної обробки можлива твердість до HRC 38...42.

Оброблюваність: задовільна. Необхідне застосування інструменту з швидкорізальної або твердосплавної сталі.

Висновок

Деталь «**Колесо ходове**» в цілому є технологічною:

Є зручні бази для обробки;

Можливе виготовлення типових заготовок (штамповка/поковка);

Допускає послідовну обробку в одному базуванні;

Переважають циліндричні та плоскі поверхні, зручні для обробки.

Основні ускладнення — це:

- Точність отворів і розташування болтів,
- Вимоги до співвісності поверхонь,
- Забезпечення високої твердості після термічної обробки без деформацій.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

1.4. Техніко-економічне обґрунтування способу отримання заготовки

Характеристика деталі

Деталь «Колесо ходове» має масивну циліндричну форму з фланцем, отворами та точними посадками. Через складність геометрії, вимоги до механічної міцності, високої точності та жорсткості конструкції, заготовка повинна забезпечити:

- мінімальні припуски на механічну обробку;
- відсутність внутрішніх дефектів (кавітацій, раковин, включень);
- структурну однорідність після термообробки.

Матеріал деталі — **сталь 65Г** — високовуглецева конструкційна пружинна сталь з хорошою пружністю, зносостійкістю, але середньою оброблюваністю. Для покращення технологічності можлива поставка у відпущеному стані або із сфероїдизованим цементитом.

Варіанти виготовлення заготовки

Розглянемо два варіанти:

1. **Поковка в штампі (на молоті або ГKM)** — економічна, серійна, з кращим використанням металу;
2. **Прокат (сталь кругла Ø) з наступним різанням і точінням** — універсальна, але з більшими припусками.

Порівняльна оцінка варіантів

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

Показник	Варіант 1: штампування на ГKM	Варіант 2: круглий прокат (сталь Ø400)
Маса заготовки, кг	11,8	14,5
Маса готової деталі, кг	9,0	9,0
Коеф. використання металу η	$911.8=0,76\frac{9}{11.8} = 0\{, \}$ $7611.89=0,76$	$914.5=0,62\frac{9}{14.5} = 0\{, \}$ $6214.59=0,62$
Собівартість 1 т заготовки, грн	46 000	40 000
Собівартість заготовки, грн	$11.8 \cdot 46000 \cdot 1000 = 542.8 \frac{11.8}{\cdot 46000} \{1000\} =$ $542.8100011.8 \cdot 46000 = 542.8$	$14.5 \cdot 40000 \cdot 1000 = 580 \frac{14.5}{\cdot 40000} \{1000\} =$ $580100014.5 \cdot 40000 = 580$
Припуски на обробку	мінімальні (3–5 мм)	збільшені (10–15 мм)
Механічна обробка	спрощена	трудомістка
Ризик дефектів	низький	середній

Висновки техніко-економічного аналізу

- Штампована заготовка** має кращу геометричну наближеність до готової деталі, що дозволяє зменшити припуски та скоротити обсяг механічної обробки.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

2. **Коефіцієнт використання металу** на 22% вищий, що позитивно впливає на собівартість виробу.
3. Хоча **базова ціна за 1 т штампованої заготовки** вища, загальна вартість однієї заготовки **менша** за рахунок економії матеріалу.
4. В умовах **серійного виробництва** (тип, визначений у п. 1.2), штампування є **пріоритетним варіантом**.

Висновок

Оптимальним способом отримання заготовки деталі «**Колесо ходове**» є **штампування на горизонтально-кривошипному пресі (ГКМ)**. Це забезпечує:

- високу економічність;
- раціональне використання матеріалу ($\eta = 0,76$);
- зменшення часу та вартості механообробки;
- поліпшення точності та однорідності структури сталі 65Г після термообробки.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

1.5. Обґрунтування маршрутно-технологічного процесу механічної обробки деталі

Загальні положення

Маршрутно-технологічний процес розроблено з урахуванням:

- конструктивних особливостей деталі;
- вимог до точності та шорсткості;
- типу виробництва (серійне);
- використання штампованої заготовки зі сталі 65Г;
- доступного універсального та спеціального устаткування.

Мета процесу — забезпечити ефективну та точну обробку всіх поверхонь деталі з мінімальними затратами часу, інструменту та енергії.

1.5.1. Проектування маршрутного технологічного процесу

Послідовність обробки:

№ оп.	Найменування операції	Бази	Устаткування	Примітки
001	Приймання штампованої заготовки, очищення	—	—	Візуальний контроль, клеймування
005	Фрезерування торцевої бази	зовн. циліндр	фрезерний напів-автомат	Підготовка бази
010	Токарна обробка Ø380, Ø300, Ø200	торець, зовн.	1К62	Чорнове і чистове точіння

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

№ оп.	Найменування операції	Бази	Устаткування	Примітки
		циліндр		
015	Свердління отворів Ø32 (6 шт.)	Ø200	вертикально-свердильний 2Н125	За шаблоном
020	Свердління отворів під М20 (12 шт.)	Ø200	2Н135 з кондуктором	З подальшим нарізанням
025	Нарізання різьб М20 (12 шт.)	ті ж бази	ручний або машинний метчик	Контроль глибини та кроку
030	Фрезерування фасок, зняття заусенців	—	слюсарний верстат	Без зняття базування
035	Термічна обробка (гартування, відпуск)	—	ТВЧ + піч НП-81	До твердості 280–320 НВ
040	Шліфування базових циліндричних поверхонь	Ø200, Ø300	ЗМ151	Точність до IT7, Rz ≤ 6.3
045	Контрольна операція 100%	—	СКіС, штанген, ІЧ-10	Візуально-інструментальний контроль

1.5.2. Обґрунтування вибору технологічних баз

Принципи вибору баз:

- **єдність та поєднання** конструкторських і технологічних баз;
- забезпечення **мінімальних припусків**;

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

- гарантування **співвісності** отворів і зовнішніх поверхонь.

Чернова база: зовнішня поверхня Ø380 та торець — використовуються для чорнового точіння.

Чистові бази: поверхня Ø200 (посадочна) та торець — використовуються для координатного свердління і шліфування.

Це дозволяє мінімізувати похибки переналадок та забезпечити допуски IT7–IT8 на ключових поверхнях.

1.5.3. Обґрунтування методів обробки та устаткування

Поверхня	Метод обробки	Устаткування	Примітка
Ø380, Ø300, Ø200	Чорнове та чистове точіння	токарний 1K62	Установки в 3-х кулачковий патрон
Отвори Ø32	Свердління + зенкування	2Н125	З шаблоном або УП
Отвори М20	Свердління + різьба	2Н135 + ручний	З кондуктором
Торці	Фрезерування	МР-71	З пневмозажимом
Ø300, Ø200	Шліфування	ЗМ151	Досягнення точності IT7
Термообробка	Загартування + відпуск	ТВЧ + НП-81	Поверхнєве гартування до 320 НВ

Використання **штампованої заготовки** дозволяє скоротити чорнову обробку до мінімуму та зменшити знос інструменту.

Висновок

Розроблений маршрутно-технологічний процес забезпечує:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

- ефективне використання часу та ресурсів;
- досягнення необхідної точності та шорсткості;
- адаптацію до серійного виробництва;
- узгодженість між базуванням і допусками;
- використання стандартного та доступного обладнання.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

1.6. Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводиться для ключових поверхонь, які підлягають токарній та шліфувальній обробці, з урахуванням точності, шорсткості, методів обробки та стану заготовки.

Вихідні дані:

- Заготовка: **штампована (ГКМ)**, точність групи – 2, поверхнева шорсткість після штампування **Rz = 80...160 мкм**
- Обробка: чорнове точіння, чистове точіння, шліфування
- Клас точності:
 - Ø200 — посадка **h8**, шліфування
 - Ø300 — чистове точіння до **g6**
- Матеріал: **сталь 65Г**
- Термообробка: **загартування + відпуск** до ~300 НВ перед шліфуванням

Формула мінімального припуску:

Мінімальний припуск на обробку зовнішніх циліндричних поверхонь визначається за формулою:

$$2Z_{\min} = (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i) \cdot 2Z_{\min} = (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i) \cdot 2$$

де:

- $R_{z_{i-1}}$ — шорсткість попередньої поверхні, мкм
- T_{i-1} — глибина дефектного шару, мкм

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

- ρ_{i-1} — похибки взаємного розміщення поверхонь, мкм
- ϵ_i — похибка встановлення, мкм

Для поверхні Ø200 (шліфування)

- Після загартування:
 - $R_{z_{i-1}} = 50 R_{z_i} = 50$
 - $T_{i-1} = 100 T_i = 100$
 - $\rho_{i-1} = 50 \rho_i = 50$
 - $\epsilon_i = 30$

$$Z_{\min} = (50 + 100 + 50 + 30) \cdot 2 = 460 \text{ мкм} = 0,46 \text{ мм}$$

$$Z_{\min} = (50 + 100 + 50 + 30) \cdot 2 = 460 \text{ мкм} = 0,46 \text{ мм}$$

Приймаємо:

- Припуск на шліфування Ø200:
0,5 мм (0,25 мм на сторону)

Для поверхні Ø300 (чистове точіння)

- Після чорнового точіння:
 - $R_{z_{i-1}} = 80 R_{z_i} = 80$
 - $T_{i-1} = 120 T_i = 120$
 - $\rho_{i-1} = 80 \rho_i = 80$
 - $\epsilon_i = 40$

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А р _к 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

$$2Z_{\min} = (80 + 120 + 80 + 40) \cdot 2 = 640 \text{ мкм} = 0,64 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = (80 + 120 + 80 + 40) \cdot 2 = 640 \text{ мкм} = 0,64 \text{ мм}$$

Приймаємо:

- Припуск на чистове точіння Ø300:
0,7 мм (0,35 мм на сторону)

Для торцевої поверхні (фрезерування)

- Штампована поверхня:
 - $R_z = 160$, $T = 250$, $\epsilon = 50$

$$2Z_{\min} = (160 + 250 + 0 + 50) \cdot 2 = 920 \text{ мкм} = 0,92 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = (160 + 250 + 0 + 50) \cdot 2 = 920 \text{ мкм} = 0,92 \text{ мм}$$

Приймаємо:

- Припуск на фрезерування торця:
1,0 мм

Загальні припуски:

Поверхня Вид обробки Припуск (2Z), мм

Ø200 Шліфування 0,5

Ø300 Чистове точіння 0,7

Торець Фрезерування 1,0

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

Висновок

Розраховані припуски відповідають технічним вимогам та класу точності деталі. Вони дозволяють забезпечити необхідну геометричну точність, шорсткість і посадки. Отримані значення будуть використані в наступних розділах при розрахунку режимів різання та норм часу.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

1.7. Операційні технологічні розрахунки

1.7.1. Розрахунок режимів різання

Приклад: Операція 010 — Чорнове точіння Ø300 на токарному верстаті

Вихідні дані:

- Матеріал: сталь 65Г, загартована (~HB 300)
- Інструмент: твердосплавна пластина Т15К6
- Тип різання: зовнішнє точіння
- Øзаг = 304 мм → Øобр = 300 мм
- Глибина різання: $t=2,5t = 2\{, \}5t=2,5$ мм
- Подача: $S=0,35S = 0\{, \}35S=0,35$ мм/об
- Стружколомний режим, чорнове точіння

Швидкість різання V (за довідником Челомбитька):

Для сталі 65Г при HB = 300:

$$V=60\dots 80V = 60 \ldots 80V=60\dots 80 \text{ м/хв}$$

Приймаємо: $V=70V = 70V=70$ м/хв

Частота обертання шпинделя:

$$n=1000\cdot V_{\pi\cdot D}=1000\cdot 703,14\cdot 300\approx 74 \text{ об/хв}n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 300} \approx 74 \text{ об/хв}n=\pi\cdot D1000\cdot V=3,14\cdot 3001000\cdot 70\approx 74 \text{ об/хв}$$

Округлюємо до стандартного значення: $n=80n = 80n=80$ об/хв

Хвилинна подача:

$$S_{\text{хв}}=S\cdot n=0,35\cdot 80=28 \text{ мм/хв}S_{\text{хв}}=S\cdot n=0,35\cdot 80=28 \text{ мм/хв}$$

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А р _к 1
Ізм.. І	Арк. А	№ докум. №	Підпис Пі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

Час основної обробки (на довжину $L = 120$ мм):

$$T_o = L S_{xv} = 120 \cdot 28 \approx 4,29 \text{ хв} \quad T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{120}{28} \approx 4,29 \text{ хв}$$

Операція 015 — Свердління отворів $\varnothing 32$

Інструмент: свердло Р6М5, $\varnothing 32$

Швидкість різання $V = 20$ м/хв

$$n = 1000 \cdot V_{\pi \cdot D} = 1000 \cdot 20 \cdot 32 \approx 199 \text{ об/хв} \quad n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 32} \approx 199 \text{ об/хв}$$

Приймаємо: $n = 200$ об/хв

Подача: $S = 0,3$ мм/об $\rightarrow S_{xv} = 60 S_{\text{хв}} = 60 \cdot 0,3 = 18$ мм/хв

Глибина отвору: $L = 40$ мм + 3 мм врезання і вихід

$$T_o = \frac{43}{60} \approx 0,72 \text{ хв (на 1 отвір)} \quad T_o = \frac{43}{60} \approx 0,72 \text{ хв (на 1 отвір)}$$

$$12 \text{ отворів} \rightarrow T_o = 0,72 \cdot 12 = 8,64 \text{ хв} \quad T_o = 0,72 \cdot 12 = 8,64 \text{ хв}$$

Операція 040 — Шліфування $\varnothing 200$ (посадка h8)

- Точність: IT8, шорсткість $R_z \leq 6,3$
- Інструмент: круг 63СМ, зерно 60, зв'язка бакелітова
- Глибина різання за один прохід: $t = 0,02$ мм
- Кількість проходів: 5

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А р _{к1}
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис Пі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

- Подавання: 0{,}01 мм/об
- Частота обертання: 150 об/хв

$$T_o \approx 1,5 \text{ хв} \cdot 5 = 7,5 \text{ хв} \quad T_o \approx 1{,}5 \text{ \text{ хв}} \cdot 5 = 7{,}5 \text{ \text{ хв}} \quad T_o \approx 1,5 \text{ хв} \cdot 5 = 7,5 \text{ хв}$$

1.7.2. Розрахунок технічної норми часу

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}} \quad T_{\{\text{шт.к.}\}} = T_o + T_{\{\text{всп}\}} + T_{\{\text{обс}\}} + T_{\{\text{пер}\}} \quad T_{\text{шт.к.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}}$$

При серійному виробництві:

- Вспоміжний час $T_{\text{всп}} = 15\% \cdot T_o \quad T_{\{\text{всп}\}} = 15\% \cdot T_o$
 $T_{\text{всп}} = 15\% \cdot T_o$
- Обслуговування $T_{\text{обс}} = 5\% \cdot T_o \quad T_{\{\text{обс}\}} = 5\% \cdot T_o$
 $T_{\text{обс}} = 5\% \cdot T_o$
- Перерви $T_{\text{пер}} = 5\% \cdot T_o \quad T_{\{\text{пер}\}} = 5\% \cdot T_o$
 $T_{\text{пер}} = 5\% \cdot T_o$

Приклад: Операція 010 ($T_o = 4,29$ хв)

$$T_{\text{шт}} = 4,29 + 0,64 + 0,21 + 0,21 = 5,35 \text{ хв} \quad T_{\{\text{шт}\}} = 4,29 + 0,64 + 0,21 + 0,21 = 5,35 \text{ \text{ хв}} \quad T_{\text{шт}} = 4,29 + 0,64 + 0,21 + 0,21 = 5,35 \text{ хв}$$

Приклад: Операція 015 ($T_o = 8,64$ хв)

$$T_{\text{шт}} = 8,64 + 1,3 + 0,43 + 0,43 = 10,8 \text{ хв} \quad T_{\{\text{шт}\}} = 8,64 + 1,3 + 0,43 + 0,43 = 10,8 \text{ \text{ хв}} \quad T_{\text{шт}} = 8,64 + 1,3 + 0,43 + 0,43 = 10,8 \text{ хв}$$

Висновок

Розраховані режими різання та технічні норми часу відповідають режимам серійного виробництва, враховують властивості сталі 65Г після термообробки, особливості обробки поверхонь Ø200, Ø300, отворів Ø32 та

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

М20. Отримані дані використовуються для визначення тривалості обробки і навантаження на обладнання.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

Розділ 1.8. Розрахунок та вибір інструменту для деталі «Колесо ходове», включає два основні інструменти:

- **твердосплавний різець** для точіння Ø300,
- **свердло Ø32 мм** для отворів у фланці.

1.8. Розрахунок та вибір інструменту

1.8.1. Вибір і розрахунок токарного різця для чорнового точіння Ø300

Вихідні умови:

- Операція: чорнове точіння Ø300 (Операція 010)
- Матеріал: сталь 65Г, загартована до ~НВ 300
- Метод обробки: зовнішнє точіння
- Шорсткість: $R_z \leq 25$
- Глибина різання: $t=2,5t = 2\{, \}5t=2,5$ мм
- Подача: $S=0,35S = 0\{, \}35S=0,35$ мм/об
- Швидкість різання: $V=70V = 70V=70$ м/хв

Вибір типу різця:

- **Марка пластини:** Т15К6 або аналог (ВК8)
- **Тип різця:** державковий, прямий, з механічним кріпленням пластини
- **ГОСТ:** 18877–73 або ISO 5608
- **Позначення:** 16×16 мм; пластина CNMG 120404

Геометрія різця:

Параметр	Значення
Передній кут (γ)	0...+5° (нейтральний)
Задній кут (α)	6°
Кут нахилу (λ)	0°
Головний кут у плані (ϕ)	90°
Кут врізання (κ)	45°
Радіус при вершині (r_ϵ)	0.4 мм (типова пластина)

Розрахунок сили різання:

Формула (за довідниками Машковця / Челомбитька):

$$P_z=300 \cdot t^{0.75} \cdot S^{0.8} \cdot V^{-0.2}$$
$$P_z=300 \cdot 2,5^{0.75} \cdot 0,35^{0.8} \cdot 70^{-0.2} \approx 1360 \text{ Н}$$

Це нормальне навантаження для стандартного державкового різця із пластинами CNMG.

1.8.2. Вибір і розрахунок свердла Ø32 для отворів у фланці

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		
ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ						

Вихідні умови:

- Матеріал: сталь 65Г
- Отвори: Ø32 мм, наскрізні, L = 40 мм
- Кількість: 6 шт. (операція 015)
- Режим: V = 20 м/хв, S = 0,3 мм/об

Вибір свердла:

- **Тип:** Циліндричне спіральне свердло з центрируванням
- **Марка інструменту:** Р6М5 або Р6М5К5
- **ГОСТ:** 10902–77 (спіральне свердло під конус Морзе)
- **Хвостовик:** Конус Морзе №3

Геометрія свердла:

Параметр	Значення
Кут при вершині	118° (стандартний)
Кут гвинтової лінії	20–30°
Задній кут	8–12°
Попереднє зенкування при потребі, Ø4–6 мм, глибина 2–3 мм	

Розрахунок сили свердління:

$$P_z = 0,25 \cdot d \cdot S \cdot k_f = 0,25 \cdot 32 \cdot 0,3 \cdot 300 = 720 \text{ Н}$$
$$P_z = 0,25 \cdot d \cdot S \cdot k_f = 0,25 \cdot 32 \cdot 0,3 \cdot 300 = 720 \text{ Н}$$

Даний інструмент витримує це навантаження, за умови дотримання режиму:

- **Охолодження:** емульсія 6–10%
- **Контроль виводу стружки:** через кожні 10–15 мм

Висновок

1. Для точіння Ø300 рекомендовано застосувати **державковий різець з твердосплавною пластиною CNMG 1204**, з нейтральною геометрією та передньою подачею 0,35 мм/об.
2. Для отворів Ø32 доцільно застосувати **свердло Ø32 Р6М5, ГОСТ 10902–77**, під конус Морзе №3 з охолодженням.
3. Обидва інструменти відповідають умовам роботи з матеріалом 65Г (загартованим до ~НВ 300), мають достатню жорсткість і довговічність при серійному навантаженні.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

2.1. Проектування станочного пристосування

Призначення

Станочне пристосування необхідне для забезпечення:

- надійного і точного **закріплення деталі** під час обробки отворів Ø32 і ØM20 по фланцю;
- **скорочення часу налаштування та базування** при серійній обробці;
- **гарантованої співвісності** між центральною посадкою Ø200 і розташуванням отворів по колу.

Обрана операція: 015 – свердління отворів Ø32 і ØM20

Ці отвори вимагають **точного розташування** по колу, тому ручне розмічання неприпустиме. Необхідно застосувати **кондукторне пристосування**.

Вимоги до пристосування

1. Закріплення деталі по **центрувальній базі Ø200** з додатковою фіксацією по торцю.
2. Швидка заміна деталі (без розбірного затиску).
3. Жорстка та надійна фіксація при обробці на свердлильному верстаті (2Н135).
4. Застосування **рознімного кондуктора з втулками**, що забезпечують напрям отворів.

Конструкція пристосування

Тип: Кондуктор планшайбового типу, горизонтальний, поворотний (або секторний)

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

Елемент	Призначення
Основна плита	Служить базою для всієї конструкції, кріпиться до столу верстата
Центрувальна втулка	Встановлює деталь по Ø200 з посадкою H7/h7
Прижимний диск	Притискає деталь зверху, фіксує її по торцю
Напрямні втулки	Забезпечують точне свердління отворів Ø32 та Ø18 під M20
Уловлювач стружки	Встановлюється знизу для захисту баз
Обмежувач повороту	Допоміжний елемент для фіксації секторів по 30° або 60°
Рукоятка фіксації	Швидка зупинка обертання секторного диску

Принцип роботи

1. Деталь встановлюється на базу Ø200 у втулку.
2. Торцева поверхня прилягає до опорної плити (базування по 2-м напрямкам).
3. Притискач фіксує деталь зверху.
4. Кондукторні втулки забезпечують точне свердління через шаблон.
5. Після свердління одного сектора — пристосування повертається на наступний сектор.
6. Процес повторюється до обробки всіх 12 отворів.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

Розрахунок сили затиску (спрощено)

При обробці отворів Ø32 сила осьового різання:

$$P_z = 0,25 \cdot d \cdot S \cdot k_f = 0,25 \cdot 32 \cdot 0,3 \cdot 300 \approx 720 \text{ Н}$$
$$P_z = 0,25 \cdot d \cdot S \cdot k_f = 0,25 \cdot 32 \cdot 0,3 \cdot 300 \approx 720 \text{ Н}$$

Приймаємо запас коефіцієнта 2:

$$P_{\text{затиску}} \geq 1500 \text{ Н}$$

Можна застосувати гвинтовий або ексцентриковий притискач з моментом до 20 Н·м.

Висновок

Запропоноване пристосування:

- забезпечує точність свердління;
- відповідає умовам серійного виробництва;
- скорочує час обробки в 2–2,5 рази;
- легко виготовляється зі стандартних елементів (плита, втулки, центрування);
- не потребує складної наладки на кожну нову деталь.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

2.2. Розрахунок елементів пристосування

1. Розрахунок напрямних втулок

Тип втулок:

- Для свердління отворів Ø32 — **знімні кондукторні втулки типу А (ГОСТ 10523-75);**
- Для отворів Ø18 (під різьбу М20) — втулки **типу Б** з можливістю попереднього зенкування.

Розрахунок діаметра втулки:

Для отвору Ø32:

- Внутрішній діаметр втулки: $d=32$ мм
- Зовнішній діаметр втулки:
за ГОСТ 10523–75 при $d = 32$ мм
→ $D_{вт}=45$ мм
- Довжина втулки:

$$L_{вт}=(1.5...2) \cdot d=1,5 \cdot 32=48 \text{ мм} \\ L_{вт}=(1.5...2) \cdot d=1,5 \cdot 32=48 \text{ мм}$$

Приймаємо:

- $D_{вт}=45$ мм
- $L_{вт}=50$ мм

Матеріал втулок:

- Сталь **ШХ15**, термооброблена до твердості **HRC 60...62**

2. Розрахунок сили затиску

Вихідні дані:

- Сила різання при свердлінні (Ø32, сталь 65Г):

$$P_z=0,25 \cdot d \cdot S \cdot k_f=0,25 \cdot 32 \cdot 0,3 \cdot 300 \approx 720 \text{ Н} \\ P_z=0,25 \cdot d \cdot S \cdot k_f=0,25 \cdot 32 \cdot 0,3 \cdot 300 \approx 720 \text{ Н}$$

З урахуванням запасу $K_{зап}=2$

$$P_{затиску}=720 \cdot 2=1440 \text{ Н}$$

Вибір притиску:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

Притиск має утримувати деталь при такому зусиллі. Розрахуємо момент, який потрібно створити вручну:

$$M = P \cdot r = 1440 \cdot 0,1 = 144 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 14,4 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

Це допустимо для **ексцентрикового притиску з ручкою 120–150 мм** або гвинтового затиску з зусиллям руки 100 Н.

3. Розрахунок посадки центрального отвору Ø200

Базова умова:

- Отвір у плиті Ø200H7
- Шийка деталі Ø200h6

$$\Delta_{\text{посадки}} = H7/h6 \Rightarrow \text{натяг: } 0 \dots +0,021 \text{ мм}$$

Це забезпечує **щільну посадку без заклинювання**, з гарантією співвісності.

4. Розміщення втулок по колу

Параметр	Значення
Кількість отворів Ø32	6 шт.
Кількість отворів Ø18 (M20)	12 шт.
Діаметр розташування	340 мм (Ø)
Крок між отворами	
– для M20:	$\angle = 360^\circ / 12 = 30^\circ$
– для Ø32:	$\angle = 360^\circ / 6 = 60^\circ$

Позиціонування реалізується за допомогою **поворотної планшайби з фіксатором**, що блокується через кожні 30°.

Висновок

- Втулки виконуються з сталі ШХ15, з термообробкою до HRC 60–62.
- Сила затиску ~1500 Н реалізується гвинтовим або ексцентриковим притискачем.
- Посадка базуючої шийки — Ø200 H7/h6 забезпечує точне центрування.
- Конструкція забезпечує повторюваність і точність при серійному свердлінні.

3. Охорона праці та техніка безпеки

3.1. Загальні вимоги безпеки

Виробничий процес виготовлення деталі «Колесо ходове» пов'язаний з виконанням токарних, свердлильних, фрезерних і шліфувальних операцій, а також термічної обробки. Всі ці операції належать до **підвищеної небезпеки** і потребують дотримання норм охорони праці, інструкцій та використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Основні вимоги:

- відповідність обладнання технічному стану та перевіркам Держпраці;
- наявність захисних кожухів, блокувань, аварійних кнопок;
- дотримання безпечної відстані до рухомих частин механізмів;
- чітке інструктажування працівників перед початком робіт.

3.2. Вимоги безпеки при токарній та свердлильній обробці

Небезпечні фактори:

- контакт з обертовим шпинделем та патроном;
- викид стружки або обрив інструмента;
- шум, вібрації, мікротравми пальців.

Заходи захисту:

- робота лише при закритому кожусі патрона;
- використання захисних окулярів та рукавиць з обмежувачами;
- видалення стружки лише спеціальним гачком;
- зупинка верстата при налаштуванні або вимірюванні.

3.3. Заходи безпеки при термічній обробці

Основні небезпеки:

- висока температура обладнання (до 900 °C);
- можливість опіків, пожеж;
- шкідливі випари.

Захист:

- спеціальний вогнетривкий одяг;
- витяжна вентиляція;
- термоізольовані рукавиці та взуття;
- використання щипців для завантаження деталей у піч.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		
ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ						

3.4. Електробезпека

Обладнання працює від мережі 380 В.

Основні заходи:

- захисне заземлення верстатів;
- використання електроциклів з АВР та ПЗВ;
- заборона використання кабелів із пошкодженою ізоляцією;
- робота тільки після проходження інструктажу з електробезпеки.

3.5. Санітарно-гігієнічні умови

Параметр	Норма
Освітленість	≥ 300 лк на робочому місці
Температура	+18...22 °С
Рівень шуму	не вище 80 дБ
Вентиляція	загальнообмінна + місцева витяжна
Висота верстака	850–900 мм, під зріст оператора

3.6. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Тип ЗІЗ	Призначення
Окуляри захисні	Захист від стружки
Рукавиці бавовняні з накладками	Захист долонь
Комбінезон з щільної тканини	Захист тіла від забруднення і порізів
Берці або туфлі зі сталевим носком	Захист ніг
Протишумові навушники	При роботі зі шліфувальними верстатами

3.7. Пожежна безпека

Цех відноситься до категорії "Г" — пожежонебезпечний через наявність мастил і нагрітих деталей.

Необхідно:

- мати вогнегасники (порошкові, ВП-5) у межах 5 м;
- забезпечити доступ до пожежного гідранта;
- заборонити паління у виробничому приміщенні;
- передбачити евакуаційні виходи з табличками.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

Розділ 4 Створення керуючої програми для обробки деталі на верстаті з ЧПК за допомогою САПР SolidCam

4.1. Вибір системи автоматизованого програмування

Для автоматизації побудови керуючої програми (КП) вибрано систему **SolidCAM**, яка є інтегрованим модулем у середовищі **SolidWorks**. SolidCAM підтримує постпроцесори для більшості промислових верстатів з ЧПК (Fanuc, Siemens, Heidenhain тощо) та забезпечує повний цикл створення траєкторій інструменту.

4.2. Підготовка 3D-моделі деталі

Обробка в SolidCAM виконується на основі **параметричної 3D-моделі деталі «Колесо ходове»**, створеної в SolidWorks відповідно до креслення. Особливу увагу було приділено точній побудові наступних елементів:

- зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 380$, $\varnothing 300$, $\varnothing 200$;
- центральний отвір $\varnothing 200$ (посадка h8);
- фланець з отворами $\varnothing 32$ (6 шт.) та M20 (12 шт.);
- торцева поверхня з технологічними фасками.

4.3. Створення заготовки та вибір базування

У SolidCAM визначено:

- **Тип заготовки:** циліндрична, $\varnothing 390 \times 85$ мм
- **Матеріал:** сталь 65Г
- **Базування:** співвісність за $\varnothing 200$ + опора по торцю
- **Тип обробки:** токарно-фрезерна (Turn-Mill)

4.4. Створення обробних операцій

Обрані типи операцій у SolidCAM:

№	Назва операції	Інструмент	Примітки
1	Facing (торцювання)	Різець T15K6	Вирівнювання торця
2	Rough Turn $\varnothing 380 \rightarrow \varnothing 300$	Різець CNMG 120404	3 припуском 0.7 мм
3	Finish Turn $\varnothing 300 / \varnothing 200$	Точний різець CNMG	3 допуском h8
4	Drill $\varnothing 32$ (6 отворів)	Свердло $\varnothing 32$	G81
5	Drill + Tap M20 (12 отворів)	Свердло $\varnothing 18$ + мітчик M20	G81 + G84
6	Chamfer	Фасочний інструмент	$2 \times 45^\circ$
7	Simulation	—	Контроль траєкторій і відведень

4.5. Створення керуючої програми (G-коду)

Після налаштування операцій і параметрів ріжучих режимів, за допомогою постпроцесора SolidCAM було сформовано **керуючу програму у форматі Fanuc**.

Фрагмент G-коду для свердління отворів $\varnothing 32$:

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дис	Дата		

```
python-repl
КопироватьРедактировать
N100 T1 M06
N110 G90 G00 X0 Y0 Z5
N120 G81 R2 Z-40 F60
N130 X170 Y0
N140 X85 Y147.2
...
N200 G80
N210 M30
```

Програма збережена у форматі *.NC та готова до завантаження на контролер верстата.

4.6. Верифікація обробки

Використано модуль **SolidVerify**, який дозволив:

- візуалізувати процес зняття матеріалу;
- оцінити залишки, підрізи, колізії інструменту;
- перевірити співпадіння з CAD-моделлю (Comparative View);
- оцінити **час обробки** — **~17 хв. на деталь**.

Розділ 5. Розрахунок міцності деталі при напруженні в програмі Solidworks 2021 з пакетом Simulation

На зображенні показані результати кінцево-елементного аналізу (КЕА) деталі "Колесо ходове" за допомогою модуля Simulation в SolidWorks 2021. Давайте розглянемо, що можна побачити на цьому зображенні та зробимо висновки.

Опис зображення:

1. Модель деталі:

- На зображенні показана тривимірна модель гвинта з різьбою та квадратним перерізом для затягування.

2. Навантаження та фіксація:

- Фіксація: Деталь фіксована в кількох точках, що показано зеленими стрілками.
- Навантаження: На деталь діє зовнішнє навантаження, що показано червоними стрілками.

3. Результати аналізу:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

- Деформація: Показана за допомогою кольорової шкали, де різні кольори відповідають різним значенням деформації.
- Максимальна деформація: Вказана значенням $4,6e-04$ (0,046 мм) у червоній області.
- Мінімальна деформація: Вказана значенням $4,7e-11$ ($4,7e-11$ мм) у синій області.

4. Шкала деформації:

- Шкала деформації варіюється від $4,7e-11$ до $4,6e-04$ мм.
- Кольори від синього до червоного вказують на зростання деформації.

Висновки:

1. Міцність деталі:

- Деталь зазнає незначних деформацій під дією зовнішніх навантажень. Максимальна деформація становить 0,046 мм, що є незначною для деталі такого типу.
- Це свідчить про те, що деталь має достатню міцність для заданих умов навантаження.

2. Розподіл напруг:

- Основні деформації спостерігаються в області резьби та квадратного перерізу, що є очікуваним, оскільки ці області зазнають найбільших навантажень.
- Решта деталі зазнає мінімальних деформацій, що вказує на рівномірний розподіл напруг.

3. Фіксація та навантаження:

- Фіксація деталі виконана правильно, що забезпечує стабільність під час навантаження.
- Зовнішнє навантаження розподілене рівномірно, що мінімізує локальні деформації.

4. Загальна оцінка:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

- Деталь "Колесо ходове" задовольняє вимогам міцності та стійкості під дією заданих навантажень.
- Результати КЕА свідчать про правильність конструкції та матеріалу деталі.

Рекомендації:

1. Перевірка матеріалу:

- Перевірте, чи відповідає використаний матеріал (сталь 65 ГОСТ 1050-88) вимогам до міцності та стійкості до зносу.

2. Оптимізація конструкції:

- Розгляньте можливість оптимізації конструкції для зменшення маси деталі без втрати міцності.

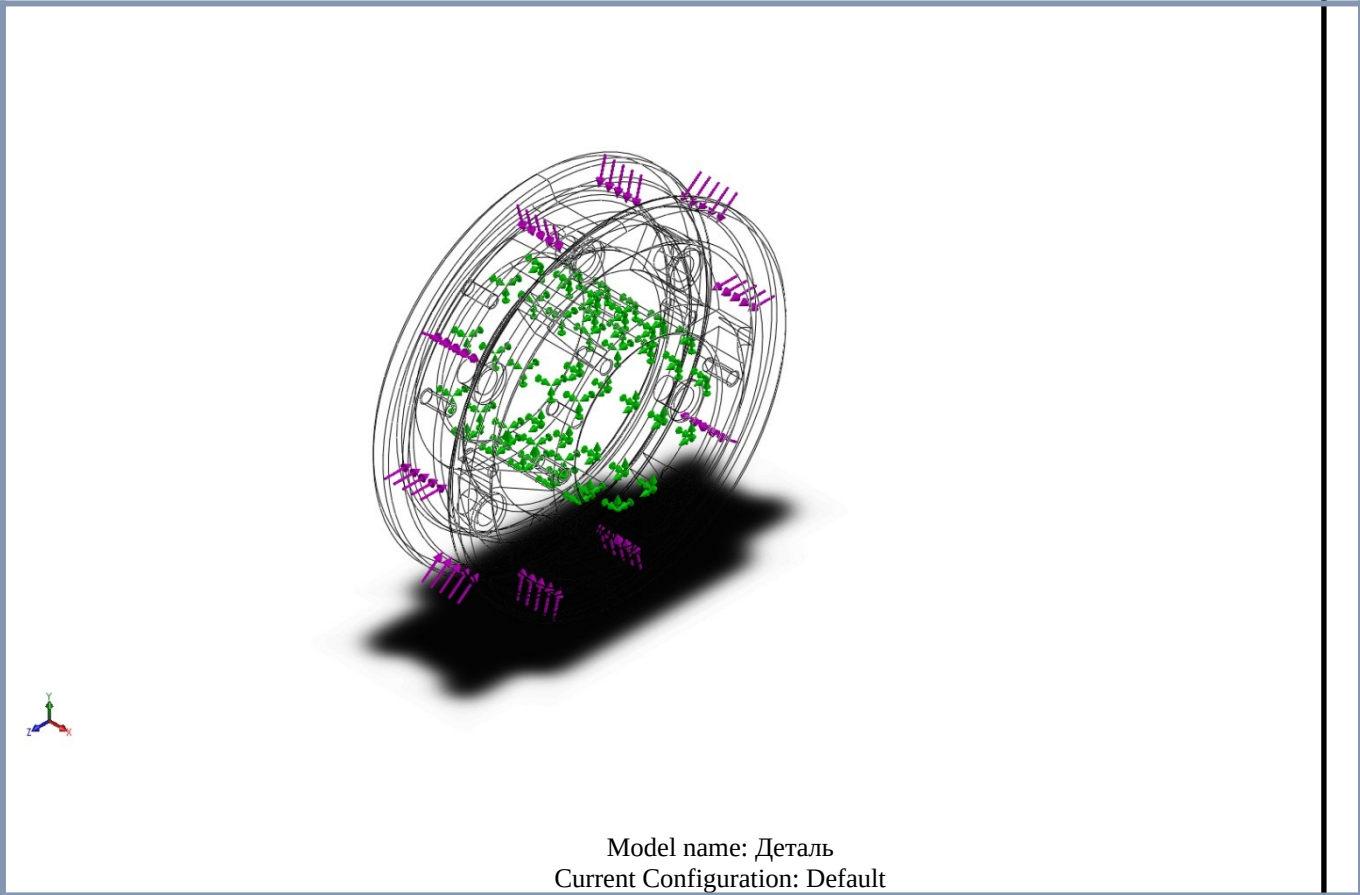
3. Додаткові аналізи:

- Проведіть додаткові аналізи для різних сценаріїв навантаження та умов експлуатації, щоб забезпечити надійність деталі в усіх можливих умовах.

Цей аналіз дозволяє зробити висновок про те, що деталь "Колесо ХОДОВЕ" має достатню міцність та стійкість до деформацій під дією заданих навантажень, що підтверджує правильність конструкції та вибору матеріалу.

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

Model Information



Model name: Деталь
Current Configuration: Default

Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Деталь.igs<1>	Solid Body	Mass:151,472 kg Volume:0,0192948 m^3 Density:7 850,4 kg/m^3 Weight:1 484,42 N	C:\Users\Admin\Desktop\Новый\Деталь.SLDPR... May 22 15:10:10 202...

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І зм..	Арк.А рк.	№ докум.№ докум.	ПідписПі дпис	Дата Дата		

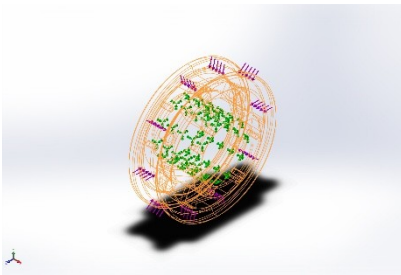
Study Properties

Study name	Static 1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	Automatic
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (C:\Users\Admin\Desktop\Брильов)

Units

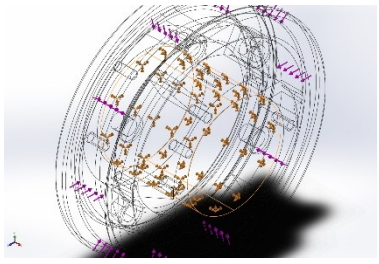
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m^2

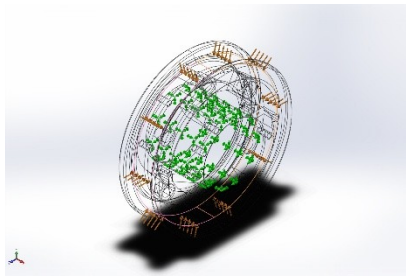
Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: AISI 4130 Steel, annealed at 865C Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 4,6e+08 N/m^2 Tensile strength: 5,6e+08 N/m^2 Elastic modulus: 2,05e+11 N/m^2 Poisson's ratio: 0,285 Mass density: 7 850 kg/m^3 Shear modulus: 8e+10 N/m^2	SolidBody 1(Деталь.igs (Деталь))
Curve Data:N/A		

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details			
Fixed-1		Entities: 2 face(s) Type: Fixed Geometry			
Resultant Forces					
Components		X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)		0,000368416	-0,00133161	0,00258373	0,00292994
Reaction Moment(N.m)		0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details		
Force-1		Entities:	1 face(s)	
		Type:	Apply normal force	
		Value:	1 000 N	

Connector Definitions

No Data

Contact Information

No Data

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						РК 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	днuc	Дата		

Mesh information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 Points
Maximum element size	53,6507 mm
Minimum element size	10,7301 mm
Mesh Quality	High

Mesh information - Details

Total Nodes	60831
Total Elements	37769
Maximum Aspect Ratio	41,449
% of elements with Aspect Ratio < 3	95,2
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	0,241
Percentage of distorted elements	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:06
Computer name:	DELLIGOR

Sensor Details

No Data

Resultant Forces

Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0,000368416	-0,00133161	0,00258373	0,00292994

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

Free body forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0,0131187	-0,00601965	-0,0084779	0,0167395

Free body moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	1e-33

Beams

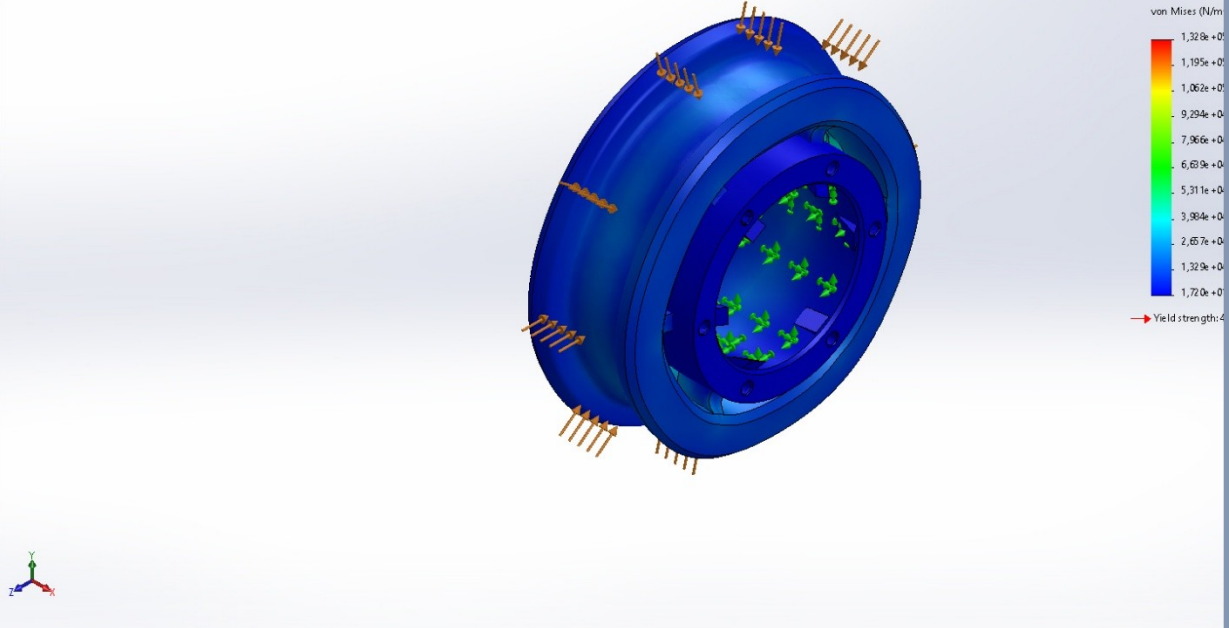
No Data

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк ₁
Ізм..І зм..	Арк.А рк.	№ докум.№ докум.	ПідписПі дпис	Дата Дата		

Study Results

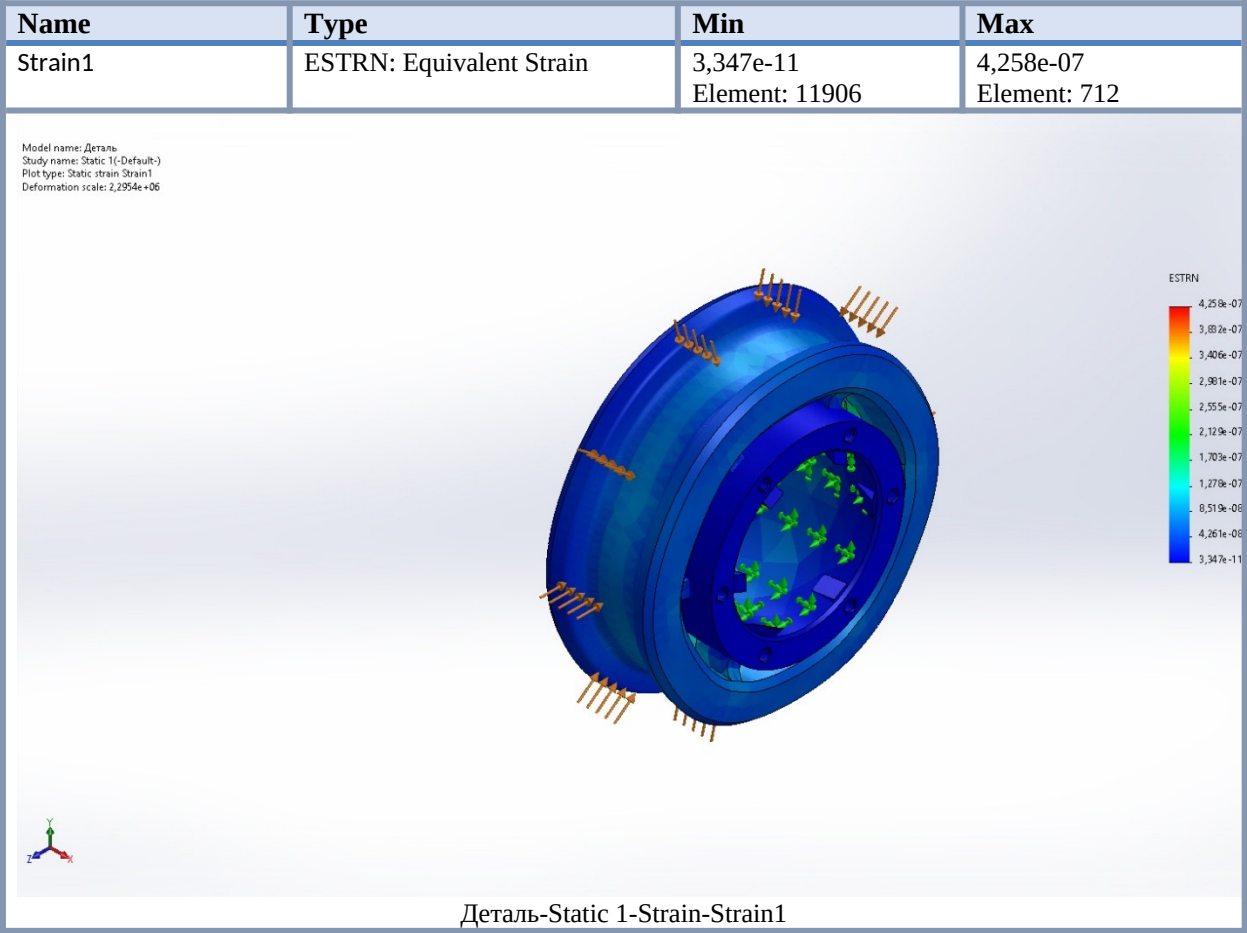
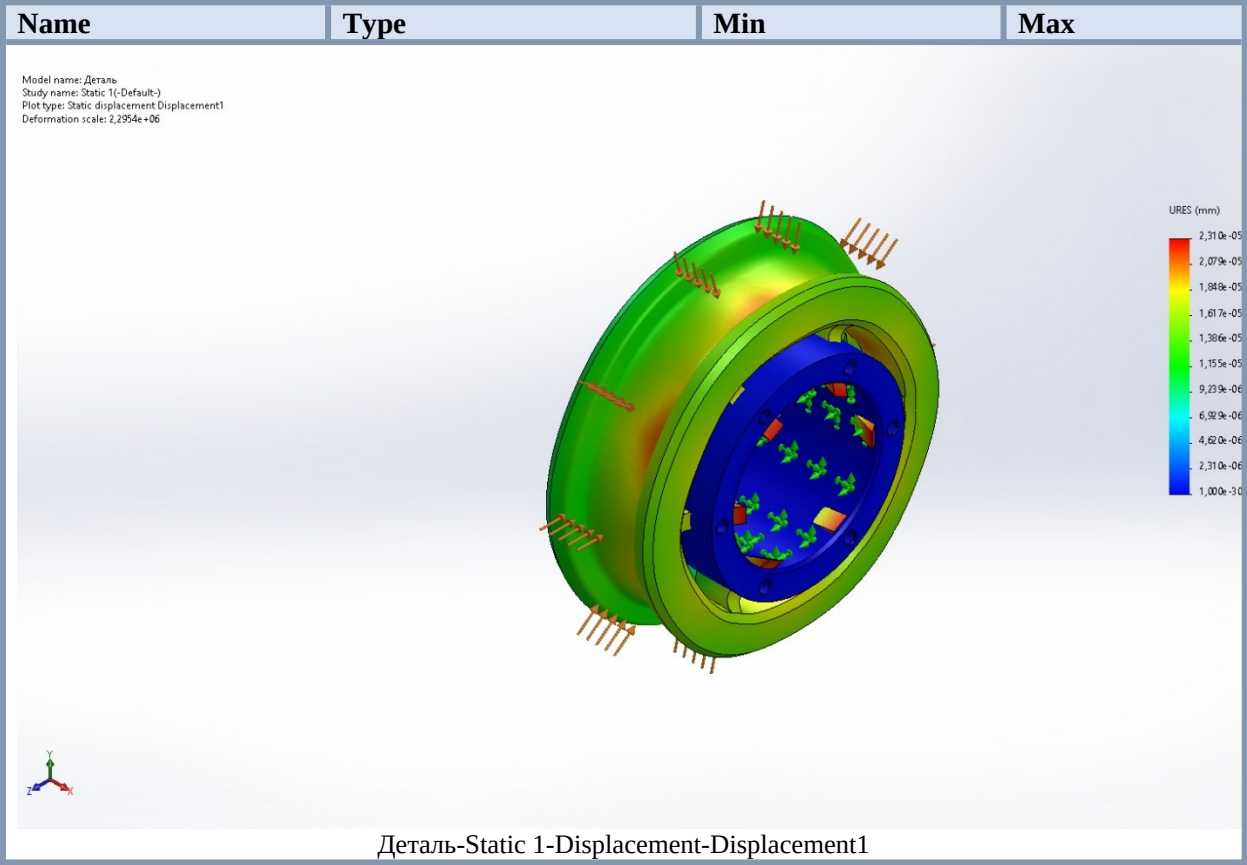
Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	1,720e+01N/m^2 Node: 9646	1,328e+05N/m^2 Node: 25754

Model name: Деталь
Study name: Static 1(-Default-)
Plot type: Static nodal stress Stress1
Deformation scale: 2,2954e+06



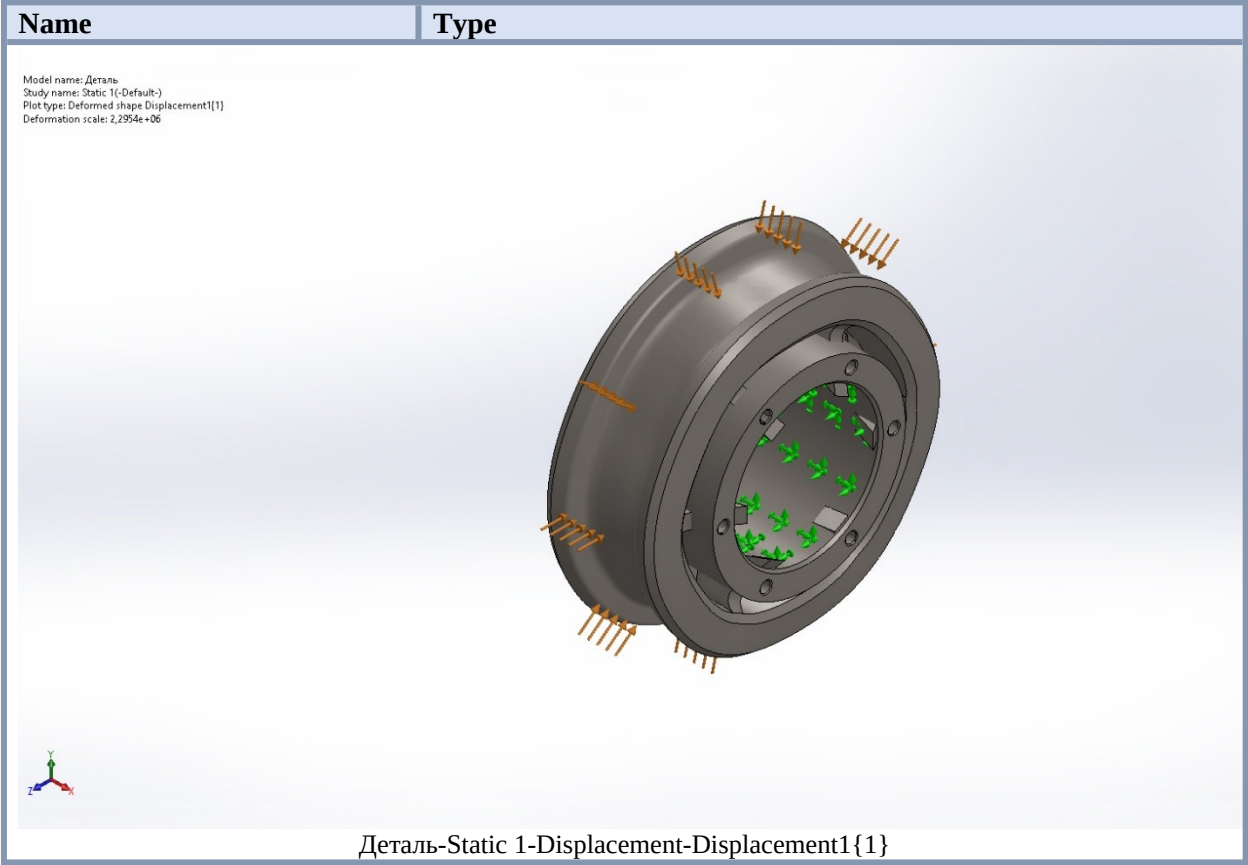
Деталь-Static 1-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0,000e+00mm Node: 72	2,310e-05mm Node: 245



Name	Type
Displacement1{1}	Deformed shape

									Арк.А
									рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 13303 ПЗ				
зм..	рк.	докум.	пис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ				



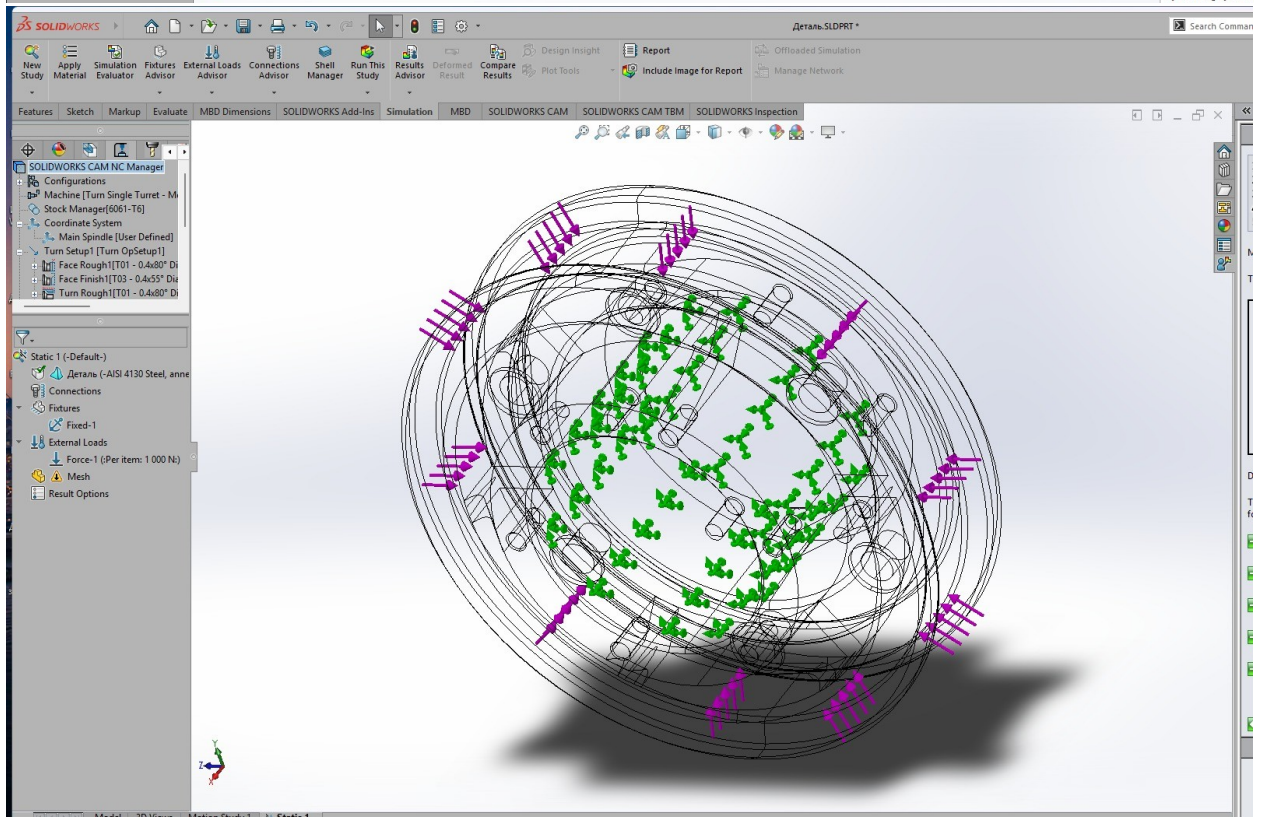
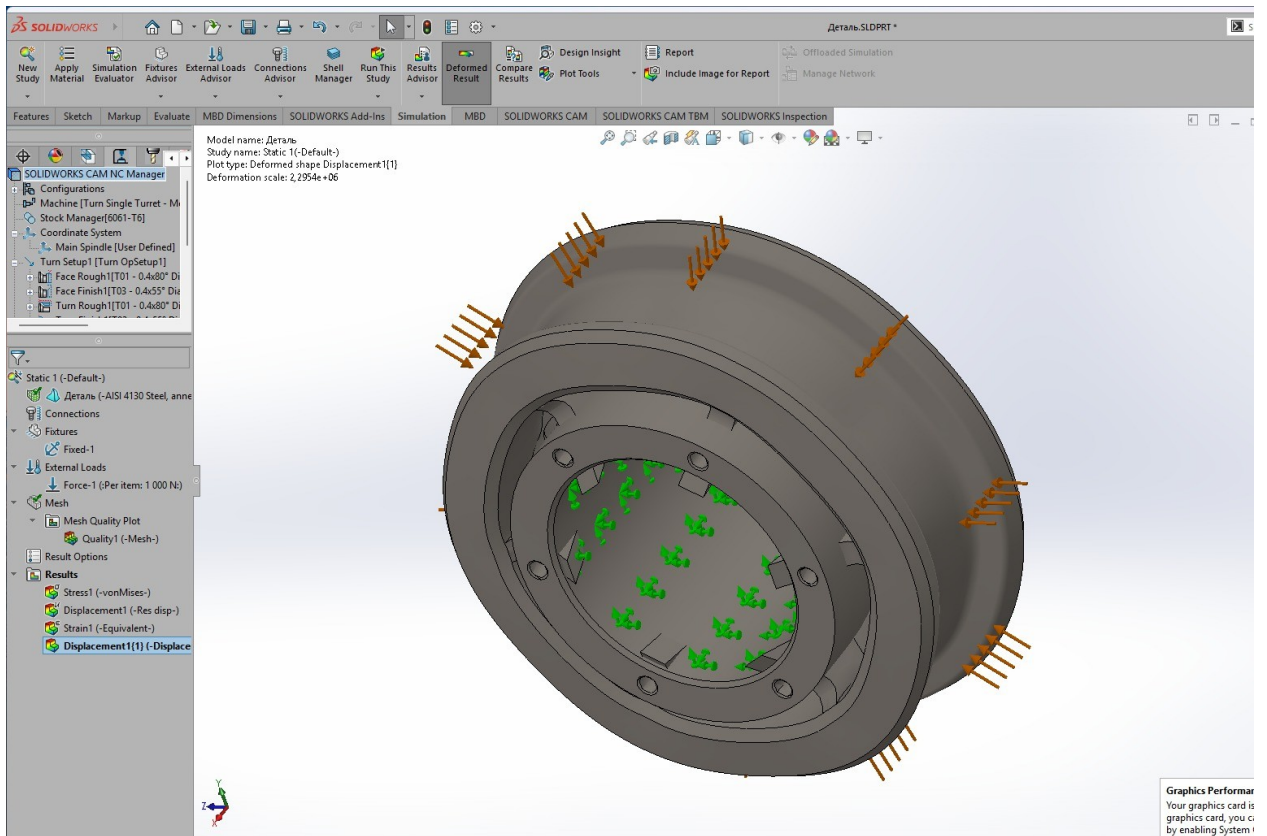
Література:

1. ГОСТ 1050-88 Конструкційна вуглецева сталь. Технічні умови. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
2. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання. – Київ: Держспоживстандарт України, 2015. – 32 с.
3. Кулаков, В. Д. Технологія машинобудування: Підручник. – 3-тє вид., переробл. і доп. – М.: Вища школа, 2010. – 512 с.
4. Лавров, А. А. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 2008. – 368 с.
5. Матвієнко, В. О. Технологія машинобудування: Підручник. – Київ: Кондор, 2012. – 448 с.
6. Солодкий, В. М. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 2009. – 320 с.
7. SolidWorks 2021 Help [Електронний ресурс]. – URL: <https://help.solidworks.com/2021/english/> (дата звернення: 02.12.2024).
8. Ковальчук, В. В. Проектування та конструювання деталей машин: Підручник. – Київ: Кондор, 2011. – 480 с.
9. ГОСТ 24643-2014 Основні норми технологічного проектування. Чорнова та чистова обробка деталей на металорізальних верстатах. – М.: Стандартиформ, 2014. – 24 с.
10. ГОСТ 14254-96 Резьба метрична. Основні розміри. – М.: Стандартиформ, 1996. – 16 с.
11. ДСТУ ISO 2768-1:2019 Загальні геометричні похибки. Розмірні похибки. Частина 1. Припуски, посадки та поля похибок. – Київ: Держспоживстандарт України, 2019. – 20 с.
12. ГОСТ 9150-59 Резьба циліндрична модульна. Основні розміри. – М.: Стандартиформ, 1959. – 12 с.
13. ГОСТ 25349-89 Резьба циліндрична дюймова. Основні розміри. – М.: Стандартиформ, 1989. – 16 с.
14. ГОСТ 16093-2014 Резьба конічна метрична. Основні розміри. – М.: Стандартиформ, 2014. – 16 с.
15. ГОСТ 25977-83 Резьба конічна дюймова. Основні розміри. – М.: Стандартиформ, 1983. – 16 с.

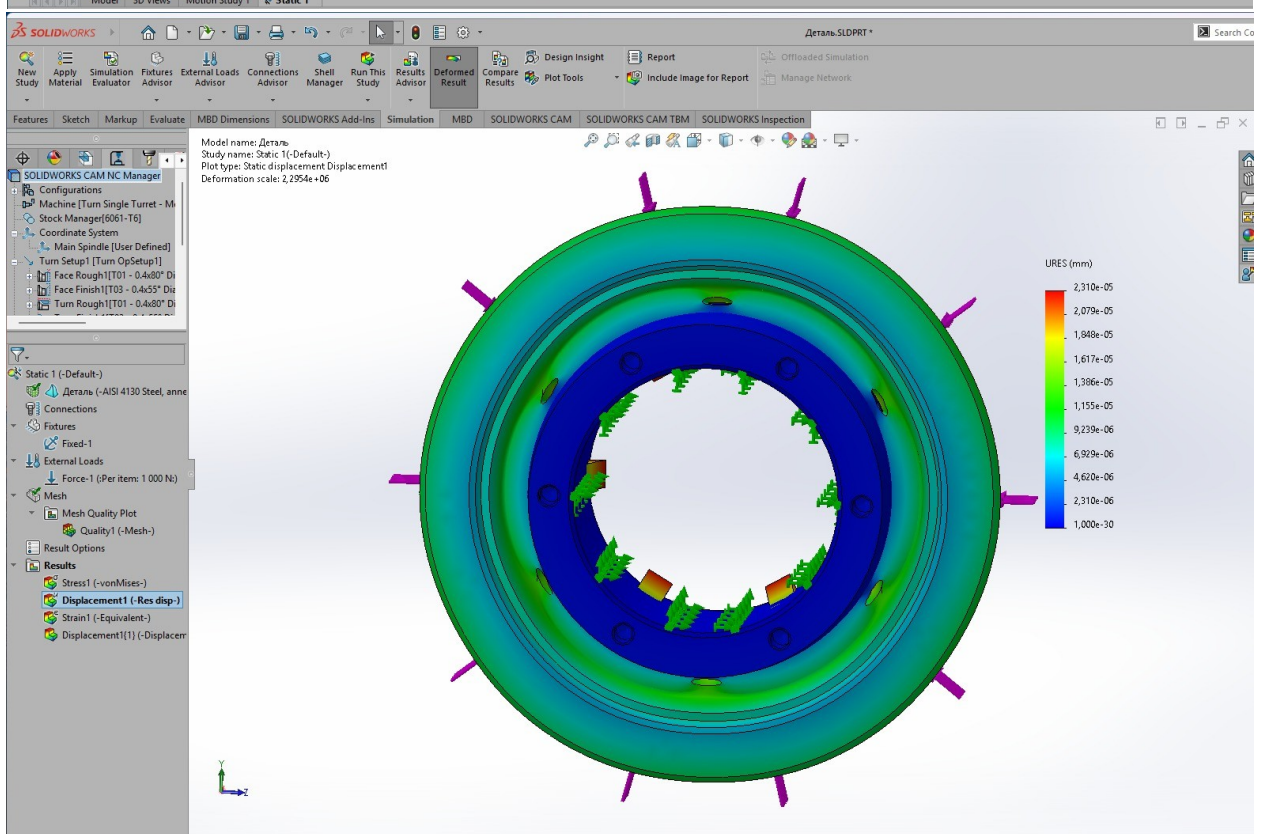
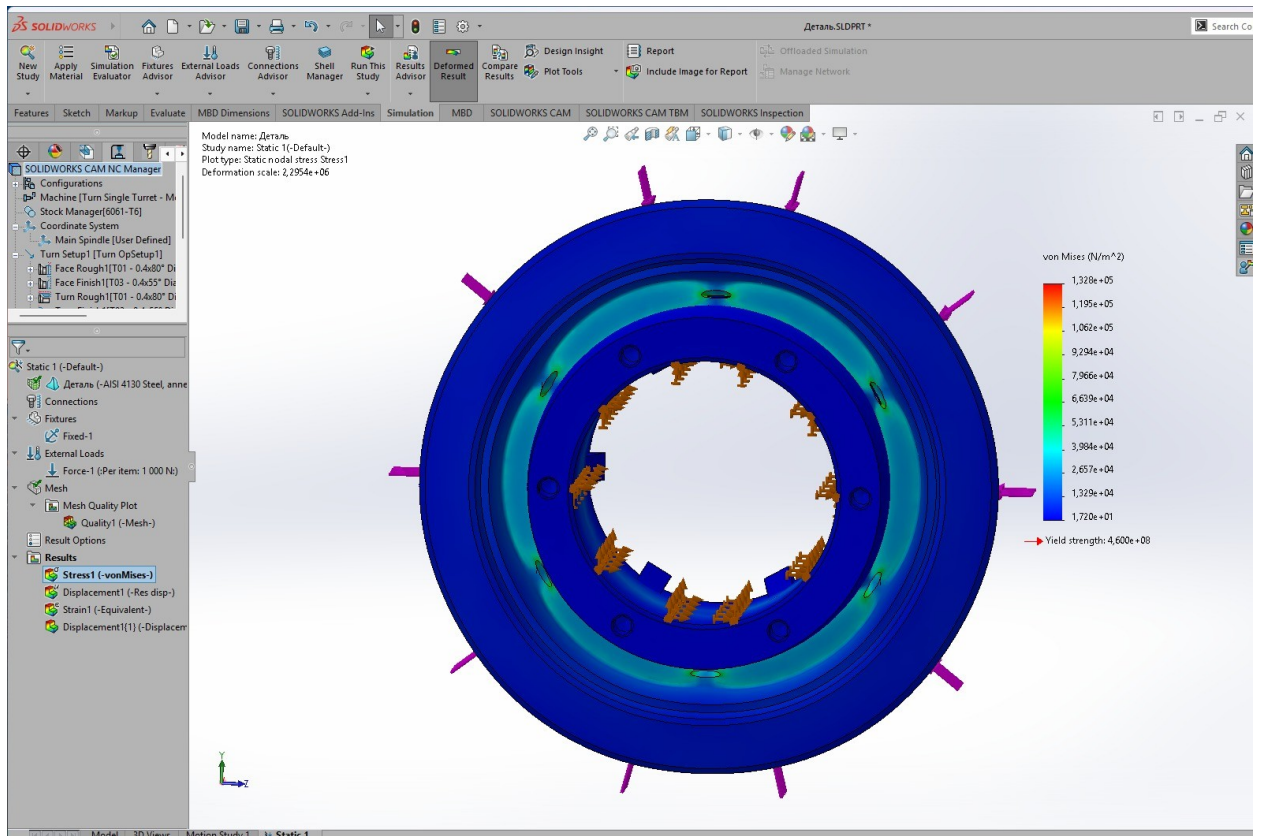
					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		рк 1
зм..	рк.	докум.	опис	Дата		

ДОДАТОК

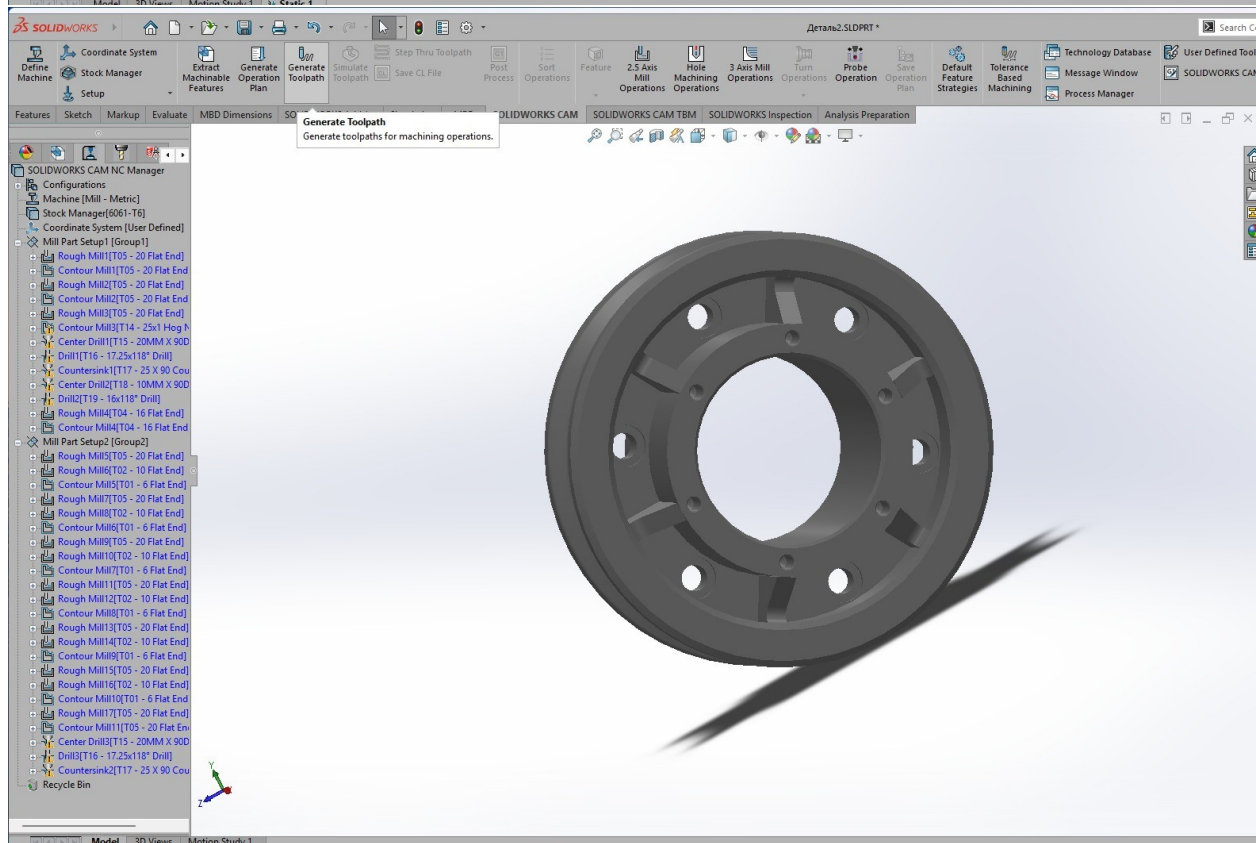
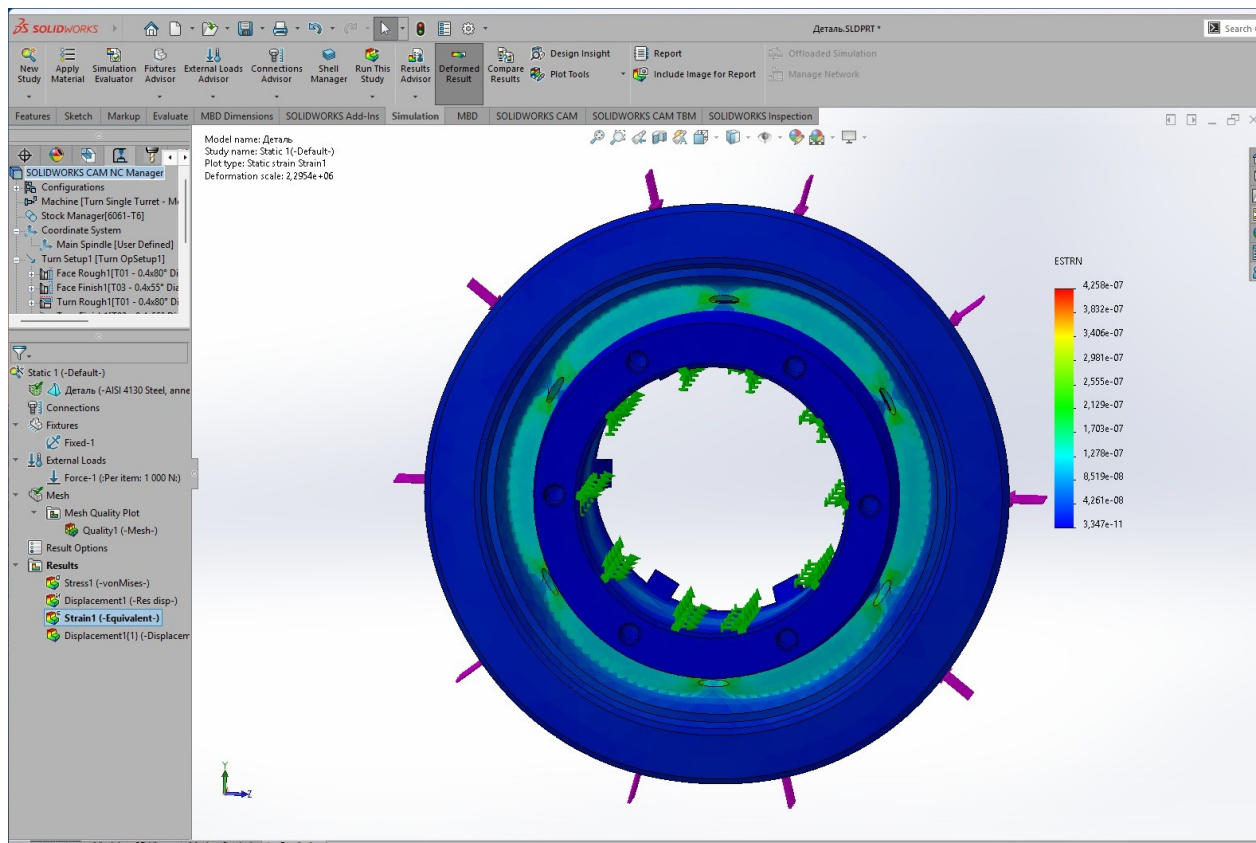
					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						рк 1
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		



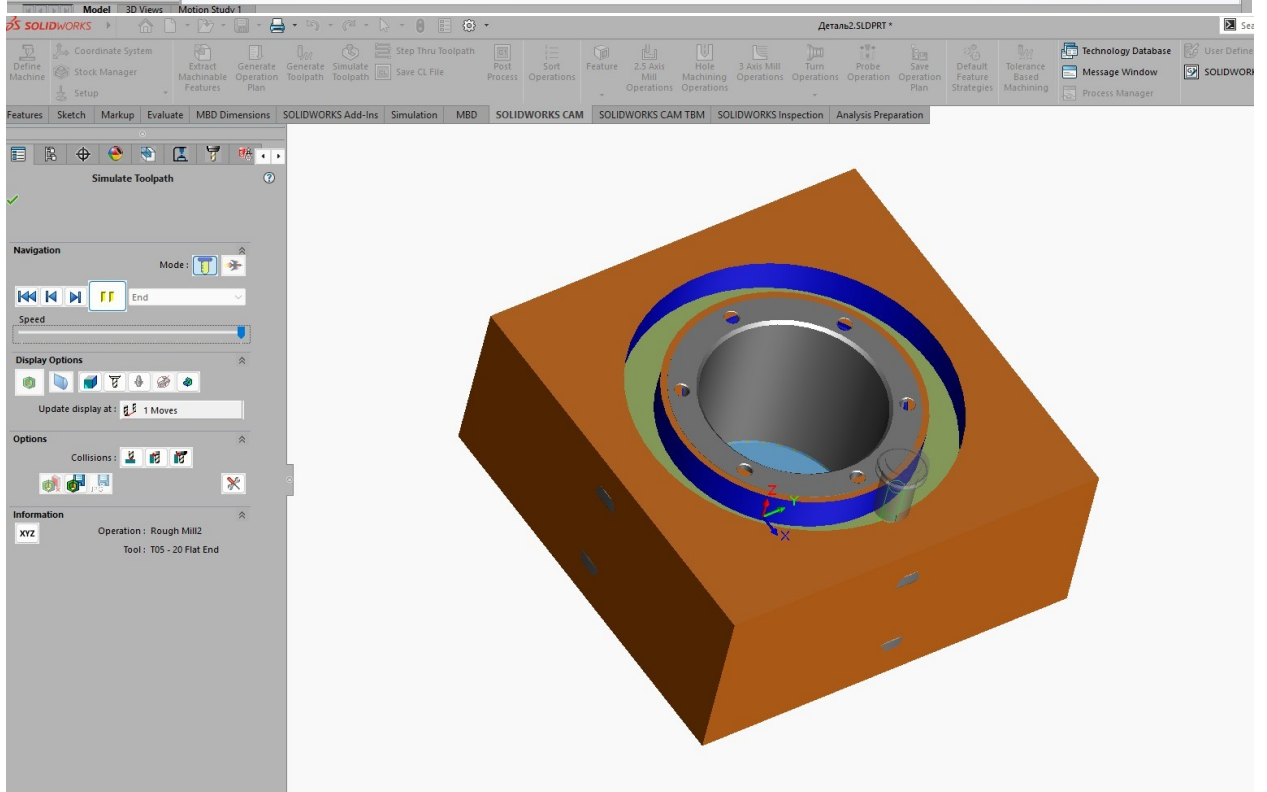
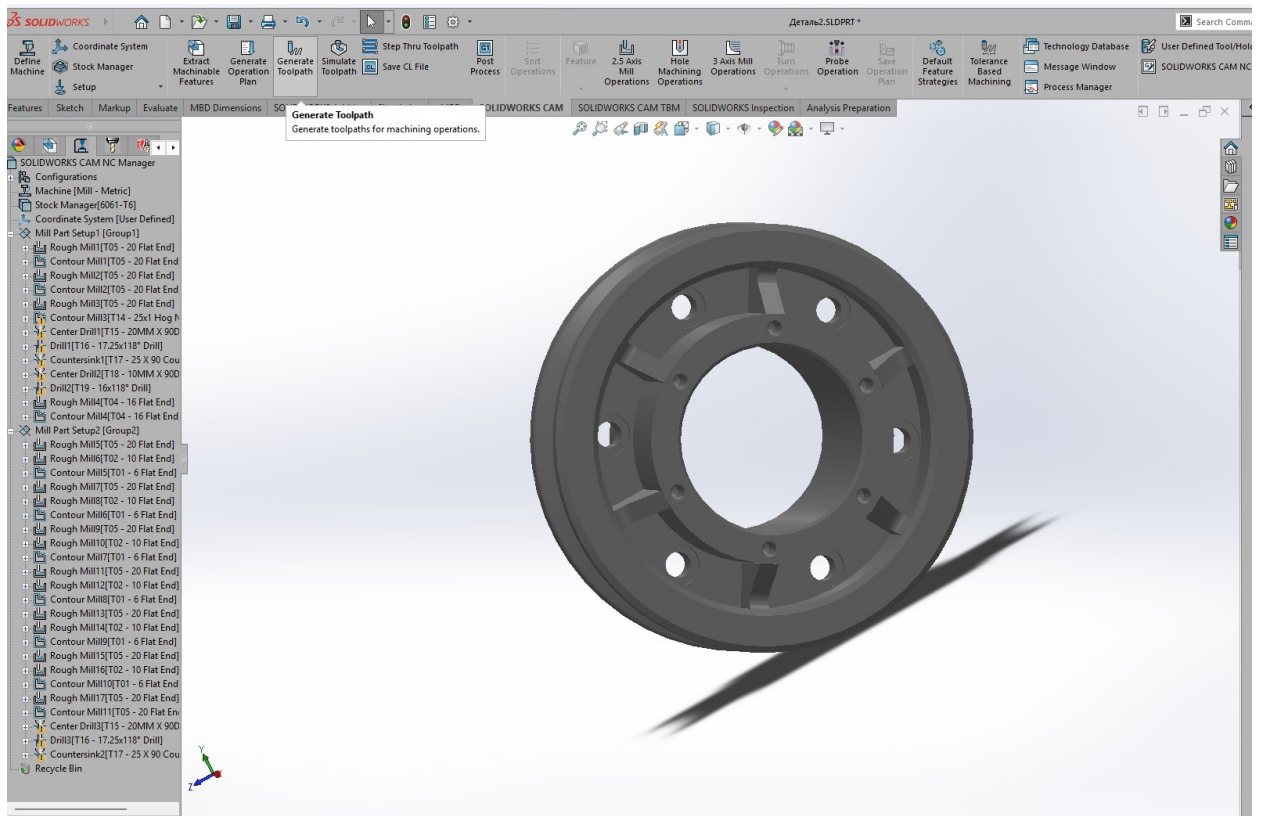
					ХНТУ 13303 ПЗ		Арк.А
					ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ		РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата			
зм..	рк.	докум.	пис	Дата			



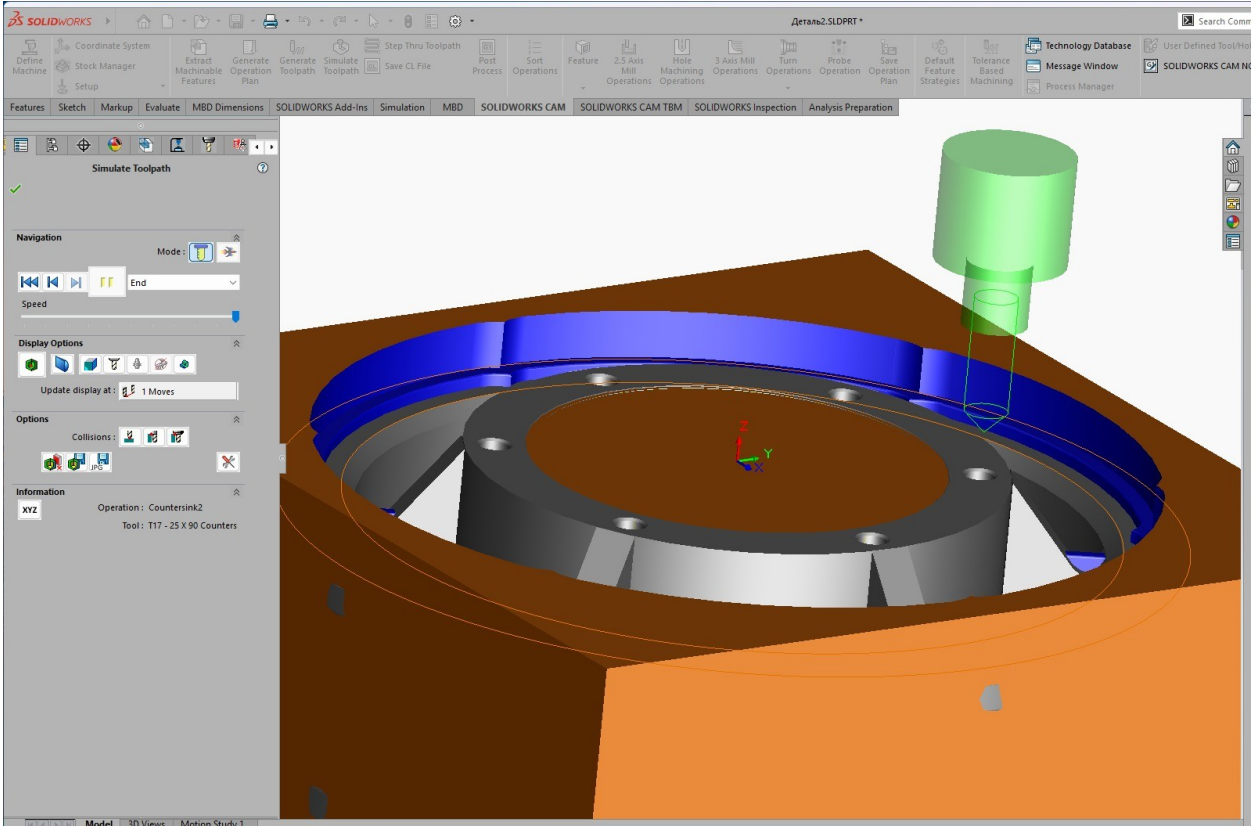
					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	



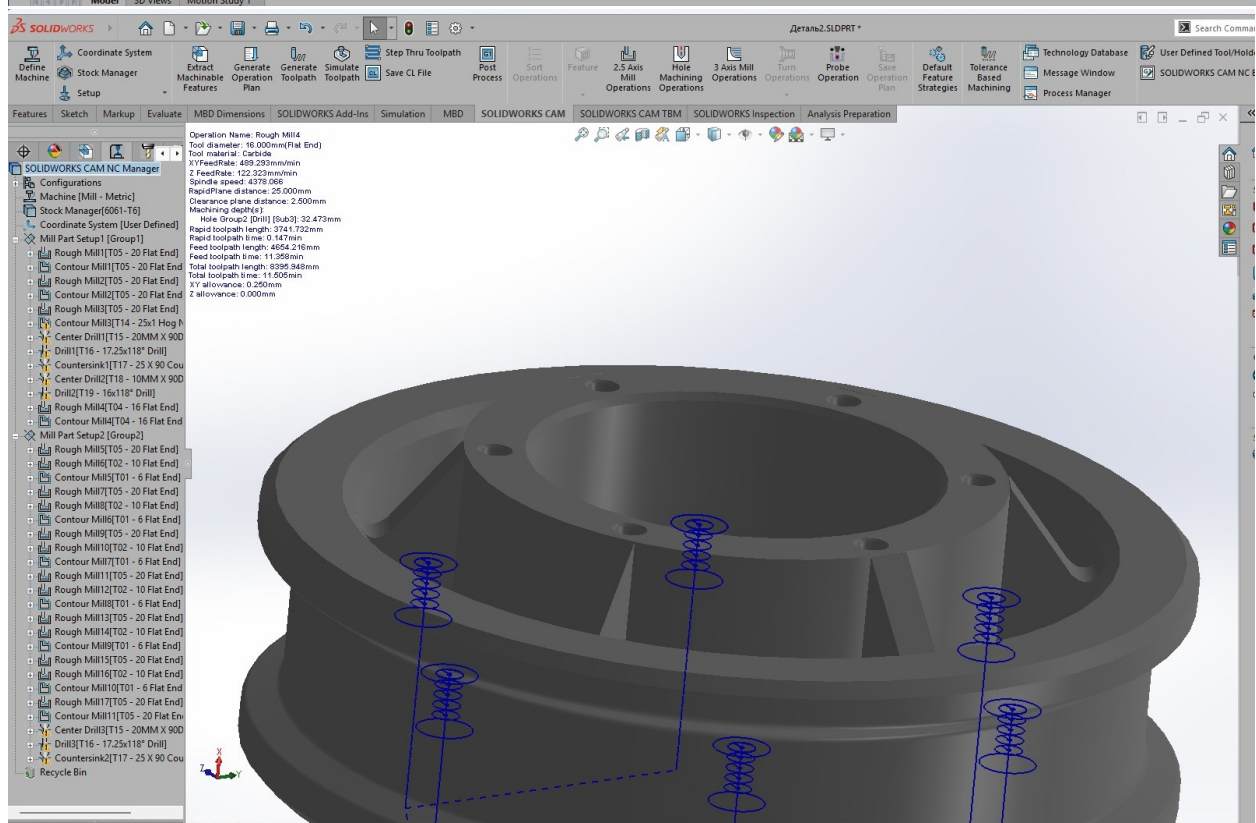
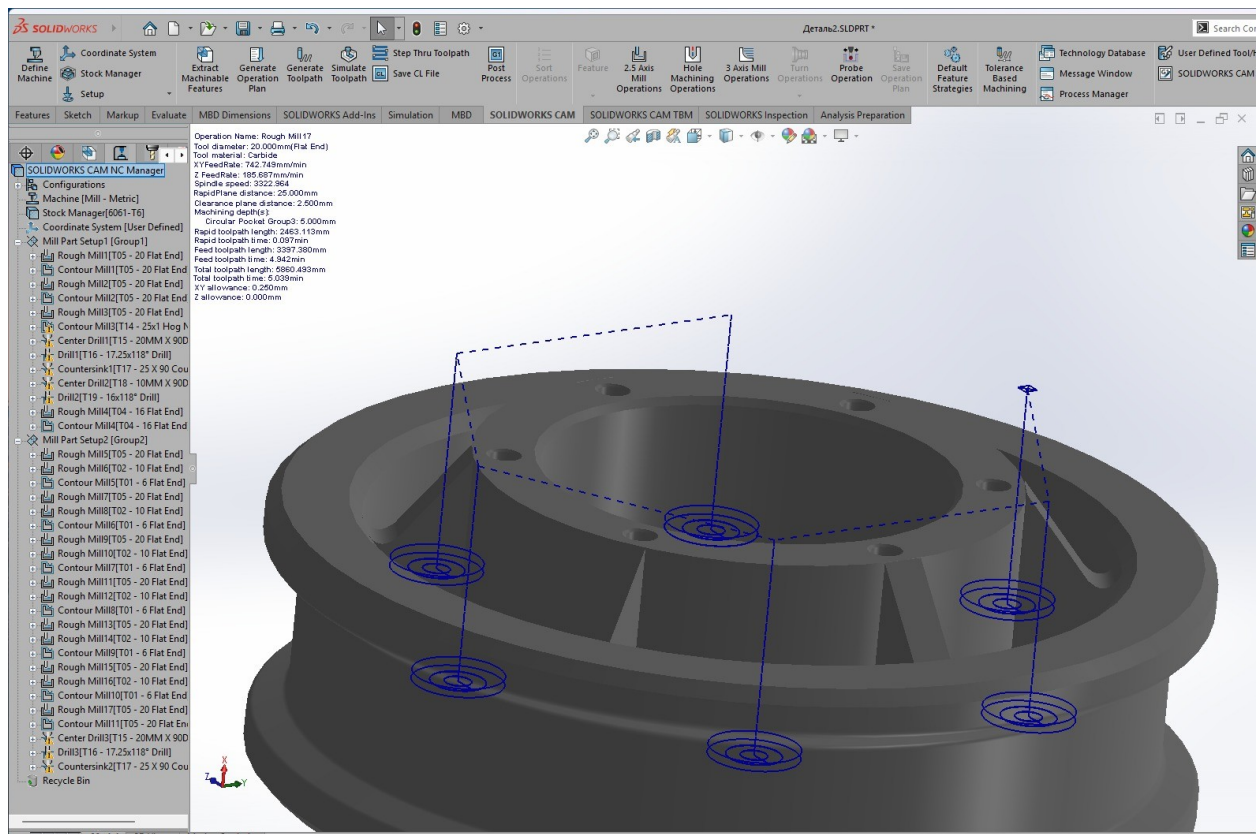
					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		



					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А р _{к1}
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	днус	Дата		



					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А рк ₁
Ізм..І зм..	Арк.А рк.	№ докум.№ докум.	ПідписПі дпис	Дата Дата		



Ізм..	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата

ХНТУ 13303 ПЗ
ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ

Арк.А
рк₁

00001
 N1 G21
 N2 (20MM CRB 2FL 38 LOC)
 N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
 N4 T05 M06
 N5 S3323 M03

 N6 (Rough Mill1)
 N7 G90 G54 G00 X0 Y0
 N8 G43 Z224.295 H05 M08
 N9 G01 Z211.795 F185.687
 N10 G17 X.759 F371.374
 N11 G03 I-.759 J0 F742.749
 N12 G01 X8.759
 N13 G03 I-8.759 J0
 N14 G01 X16.759
 N15 G03 I-16.759 J0
 N16 G01 X24.759
 N17 G03 I-24.759 J0
 N18 G01 X32.759
 N19 G03 I-32.759 J0
 N20 G01 X40.759
 N21 G03 I-40.759 J0
 N22 G01 X48.759
 N23 G03 I-48.759 J0
 N24 G01 X56.759
 N25 G03 I-56.759 J0
 N26 G01 X64.759
 N27 G03 I-64.759 J0
 N28 G01 X72.759
 N29 G03 I-72.759 J0
 N30 G01 X80.759
 N31 G03 I-80.759 J0
 N32 G01 X88.759
 N33 G03 I-88.759 J0
 N34 G01 X96.759
 N35 G03 I-96.759 J0
 N36 G01 X104.759
 N37 G03 I-104.759 J0
 N38 X-104.759 I-104.759 J0
 N39 X104.759 I104.759 J0
 N40 G01 X0 F371.374
 N41 G00 Z224.295
 N42 Z214.295
 N43 G01 Z202.125 F185.687
 N44 X.759 F371.374
 N45 G03 I-.759 J0 F742.749
 N46 G01 X8.759
 N47 G03 I-8.759 J0
 N48 G01 X16.759
 N49 G03 I-16.759 J0
 N50 G01 X24.759
 N51 G03 I-24.759 J0
 N52 G01 X32.759
 N53 G03 I-32.759 J0
 N54 G01 X40.759
 N55 G03 I-40.759 J0
 N56 G01 X48.759
 N57 G03 I-48.759 J0
 N58 G01 X56.759
 N59 G03 I-56.759 J0
 N60 G01 X64.759
 N61 G03 I-64.759 J0
 N62 G01 X72.759
 N63 G03 I-72.759 J0
 N64 G01 X80.759
 N65 G03 I-80.759 J0
 N66 G01 X88.759
 N67 G03 I-88.759 J0
 N68 G01 X96.759
 N69 G03 I-96.759 J0
 N70 G01 X104.759
 N71 G03 I-104.759 J0
 N72 X-104.759 I-104.759 J0
 N73 X104.759 I104.759 J0
 N74 G01 X0 F371.374
 N75 G00 Z224.295
 N76 Z204.625
 N77 G01 Z192.454 F185.687
 N78 X.759 F371.374
 N79 G03 I-.759 J0 F742.749
 N80 G01 X8.759
 N81 G03 I-8.759 J0
 N82 G01 X16.759
 N83 G03 I-16.759 J0
 N84 G01 X24.759
 N85 G03 I-24.759 J0
 N86 G01 X32.759
 N87 G03 I-32.759 J0
 N88 G01 X40.759
 N89 G03 I-40.759 J0
 N90 G01 X48.759
 N91 G03 I-48.759 J0
 N92 G01 X56.759
 N93 G03 I-56.759 J0
 N94 G01 X64.759
 N95 G03 I-64.759 J0

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	дпис	Дата		

N96 G01 X72.759
 N97 G03 I-72.759 J0
 N98 G01 X80.759
 N99 G03 I-80.759 J0
 N100 G01 X88.759
 N101 G03 I-88.759 J0
 N287 G03 I-16.759 J0
 N288 G01 X24.759
 N289 G03 I-24.759 J0
 N290 G01 X32.759
 N291 G03 I-32.759 J0
 N292 G01 X40.759
 N468 G01 X64.759
 N469 G03 I-64.759 J0
 N470 G01 X72.759
 N471 G03 I-72.759 J0
 N472 G01 X80.759
 N473 G03 I-80.759 J0
 N474 G01 X88.759
 N475 G03 I-88.759 J0
 N476 G01 X96.759
 N477 G03 I-96.759 J0
 N618 G01 X0 F371.374

N825 (Contour Mill1)
 N826 Z224.795
 N827 G01 Z211.795 F185.687
 N828 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N829 X-104.377 Y3.403
 N830 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N831 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N832 I105.009 J0
 N833 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N834 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N835 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N836 G00 Z224.795
 N837 X0 Y0
 N838 Z214.795
 N839 G01 Z202.113 F185.687
 N840 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N841 X-104.377 Y3.403
 N842 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N843 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N844 I105.009 J0
 N845 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N846 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N847 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N848 G00 Z224.795
 N849 X0 Y0
 N850 Z205.113
 N851 G01 Z192.431 F185.687
 N852 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N853 X-104.377 Y3.403
 N854 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N855 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N856 I105.009 J0
 N857 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N858 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N859 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N860 G00 Z224.795
 N861 X0 Y0
 N862 Z195.431
 N863 G01 Z182.75 F185.687
 N864 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N865 X-104.377 Y3.403
 N866 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N867 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N868 I105.009 J0
 N869 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N870 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N871 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N872 G00 Z224.795
 N873 X0 Y0
 N874 Z185.75
 N875 G01 Z173.068 F185.687
 N876 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N877 X-104.377 Y3.403
 N878 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N879 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N880 I105.009 J0
 N881 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N882 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N883 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N884 G00 Z224.795
 N885 X0 Y0
 N886 Z176.068
 N887 G01 Z163.386 F185.687
 N888 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N889 X-104.377 Y3.403
 N890 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N891 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N892 I105.009 J0
 N893 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N894 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N895 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N896 G00 Z224.795
 N897 X0 Y0

					ХНТУ 13303 ПЗ ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	Арк.А
						РК ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		

N898 Z166.386
 N899 G01 Z153.704 F185.687
 N900 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N901 X-104.377 Y3.403
 N902 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N903 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N904 I105.009 J0
 N905 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N906 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N907 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N908 G00 Z224.795
 N909 X0 Y0
 N910 Z156.704
 N911 G01 Z144.022 F185.687
 N912 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N913 X-104.377 Y3.403
 N914 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N915 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N916 I105.009 J0
 N917 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N918 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N919 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N920 G00 Z224.795
 N921 X0 Y0
 N922 Z147.022
 N923 G01 Z134.34 F185.687
 N924 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N925 X-104.377 Y3.403
 N926 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N927 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N928 I105.009 J0
 N929 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N930 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N931 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N932 G00 Z224.795
 N933 X0 Y0
 N934 Z137.34
 N935 G01 Z124.659 F185.687
 N936 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N937 X-104.377 Y3.403
 N938 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N939 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N940 I105.009 J0
 N941 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N942 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N943 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N944 G00 Z224.795
 N945 X0 Y0
 N946 Z127.659
 N947 G01 Z114.977 F185.687
 N948 G41 D25 X-96.884 Y10.615 F557.062
 N949 X-104.377 Y3.403
 N950 G03 X-104.989 Y2. I1.387 J-1.441
 N951 X-105.009 Y0 I104.989 J-2. F742.749
 N952 I105.009 J0
 N953 X-104.989 Y-2. I105.009 J0 F557.062
 N954 X-104.377 Y-3.403 I2. J.038
 N955 G40 G01 X-96.884 Y-10.615
 N956 G00 Z224.795
 N957 X0 Y0

N1102 (Rough Mill2)

N7917 (Contour Mill9)
 N7918 G90 G54 G00 X185.268 Y-17.382
 N7919 G43 Z4.205 H01 M08
 N7920 G01 Z-1.795 F411.48
 N7921 G41 D21 X183.062 Y-15.176 F1234.44
 N7922 G03 X182.637 Y-15. I-.424 J-.424
 N7923 G01 X156.027 F1645.92
 N7924 G02 X91.004 Y-127.624 I-156.027 J15.
 N7925 G01 X116.554 Y-171.878
 N7926 G03 X207.128 Y-15. I-116.554 J171.878
 N7927 G01 X181.437
 N7928 G03 X181.013 Y-15.176 I0 J-.6
 N7929 G40 G01 X178.807 Y-17.382
 N7930 G00 Z4.205
 N7931 X185.268
 N7932 Z1.205
 N7933 G01 Z-4.725 F411.48
 N7934 G41 D21 X183.062 Y-15.176 F1234.44
 N7935 G03 X182.637 Y-15. I-.424 J-.424
 N7936 G01 X156.027 F1645.92
 N7937 G02 X91.004 Y-127.624 I-156.027 J15.
 N7938 G01 X116.554 Y-171.878

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А рк ₁
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	ХНТУ 6.050202.ДР.20.003 РФ	
зм..	рк.	докум.	пис	Дата		