

**Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Ханенків Роман Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Шестірня 07.17.01.209"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Онисько О. Р., професор кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

Панчук В.Г.

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2024 рік

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі
“Шестірня» 07.17.01.209”

Розрахунково-пояснювальна записка: 62 сторінки, 26 рисунки, 12 таблиць, 10 посилань, 6 аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 4 аркушів формату А1, 1 аркуш формату А2.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Шестірня» 07.17.01.209”.

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки шестірні 07.17.01.209, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами а також розробити конструкції механізованих верстатних пристроїв та керуючі програми для верстатів з ЧПК.

Відповідно поставленій задачі у роботі проведений детальний аналіз конструкції деталі, методу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. По висновках проведеного аналізу та рекомендаціях літературних джерел розроблено оптимальний маршрут механічної обробки даної деталі для заданого типу виробництва, відповідно якому пораховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення деталі на внутрішньо шліфувальному та зубофрезерному верстатах спроектовано спеціальні пристрої, останній з пневмоприводом, працездатність яких підтверджено розрахунками, наведеними в 2-му розділі пояснювальної записки. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, швидкість різання, сила різання, операція, інструмент, обладнання, пристрій, сила затиску.*

Студент: Ханенків Р.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 20__

року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Ханенків Роман Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Шестірня 07.17.01.209”

керівник роботи професор кафедри КМВ Онисько О.Р.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 2024 року № _____

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі, базовий технологічний процес

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Технологічна частина (аналіз деталі, вибір заготовки, розробка маршруту виготовлення, розрахунок припусків, режимів різання та нормування техпроцесу). Конструкторська частина (проекування пристрою для фрезерного і шліфувального верстатів). Розробка операції на верстат з ЧПК та складання керуючої програми

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Креслення деталі, 3D моделі деталі і заготовки, складальні креслення верстатних пристроїв, карта налагодження на токарну операцію з ЧПК, графо технологія зубофрезерної операції, кадри обробки деталі на верстаті з ЧПК та керуюча програма

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Професор кафедри КМВ Онисько О.Р.		

7. Дата видачі завдання 20 березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	28.04.2024	
2	Проектування технології виготовлення деталі	10.05. 2024	
3	Проектування технологічного оснащення	20.05. 2024	
4	Розробка технології автоматизованої обробки	01.06. 2024	
5	Пояснювальна записка	04.06. 2024	
	Графічна частина	10.06. 2024	

Студент _____

Ханенків Р.В.

Керівник _____

Онисько О.Р.

Зміст

Вступ	
1 Технологічна частина.....	
1.1 Опис призначення та конструкції деталі	
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	
1.3 Визначення програми випуску деталей, типу виробництва і кількості деталей в партії	
1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології...	
1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	
1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу.....	
1.4.3 Проектний варіант технологічного процесу обробки шестірні.....	
1.4.4 Техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки.....	
1.5 Розробка операційної технології.....	
1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	
1.5.2 Розрахунок режимів різання, складової сил різання, основний та допоміжний час.....	
1.5.3 Нормування технологічного процесу.....	
1.6 Автоматизоване проектування токарної операції з ЧПК.....	
2. Конструкторська частина.....	
2.1 Пристрій зубофрезерний.....	
2.1.1 Завдання на проектування пристрою.....	
2.1.2 Опис призначення, будови і роботи пристрою.....	
2.1.3 Силовий розрахунок пристрою.....	
2.1.4 Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою.....	

					БР.ПМ-313.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">Пояснювальна</div> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">записка</div> <div style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">ІФНТУНГ ПМ-22-1К</div> </div>		
Розроб.		Ханенків Р.В.					
Перевір.		Онисько О.Р.					
Реценз.							
Н. Контр.		Онисько О.Р.					
Затверд.		Панчук В.Г.			Літ.	Арк.	Аркуші
					2		

2.1.5 Розрахунок пристрою на точність.....
2.2 Пристрій шліфувальний.....
2.2.1 Опис будови і роботи пристрою.....
2.2.2 Конструктивний розрахунок елементів пристрою (необхідного діаметра ролика.....
Висновок.....
Перелік використаних джерел.....
Додатки.....

					<i>БР.ПМ-315.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Під технологією машинобудування розуміють наукову дисципліну, яка вивчає переважно процеси механічної обробки деталей, попутно розглядає питання вибору заготовок і методи їх виготовлення. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані форми деталей з точністю та кількістю їх поверхонь, які вимагаються, досягаються в основному шляхом механічної обробки не завжди можуть забезпечуватись. В процесі механічної обробки деталей машин виникає найбільша кількість проблемних запитань, пов'язаних з необхідністю виконання технічних вимог, поставлених конструктором перед виробництвом. Процес механічної обробки поверхонь з експлуатацією технологічного обладнання-металорізальних верстатів, трудомісткість і собівартість механічного обладнання більша, ніж на інших етапах процесу виготовлення машин.

Зменшення витрат на виготовлення виробів у машинобудуванні, підвищення прибутковості й конкурентно-спроможності машинобудівного виробництва в ринкових умовах можливе за умови широкого впровадження комп'ютерних технологій проектування і підготовки виробництва та автоматизованого обладнання з числовим програмним керуванням. Вдосконалення технології механічної обробки заготовок деталей машин також є важливою і актуальною задачею.

В роботі передбачається підвищити ефективність механічної обробки деталі "Шестірня 07.17.01.209" шляхом:

- виявлення та усунення недоліків базової технології;
- використання методів обробки та засобів технологічного оснащення, які повніше відповідають особливостям конструкції деталі та середньосерійному типу виробництва;
- виявлення технологічно обгрунтованих матеріальних і трудових нормативів виконання процесу.

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Деталь «Шестірня» 07.17.01.209» являє собою тіло обертання. Шестерня призначена для включення реверсивного руху малогабаритного трактора «Прикарпатець». Вона входить у зачеплення з шестернями додаткових валів, тим самим забезпечує реверсивний рух. Точними поверхнями є шліцева зубчаста поверхня 12 розміром $6D9^{(+0,06)}_{(+0,03)}$ і внутрішня шліцева поверхня 18 розміром $\varnothing 23H8^{(+0,033)}$.

Проведемо класифікацію поверхонь деталі.

Таблиця 1.1 - Характеристики поверхонь деталі

№ пов.	Геометрична форма, профіль поверхні, призначення	Розміри, мм	Квалітет	Точності форми і розміщення	Шорсткість поверхні R_a , мкм
1	Торець	L=49	h14	-	R_a 6,3
2	Уступ	$\varnothing 49$ $b = 3,6$	h 14	-	R_a 6,3
3	Канавка	$\varnothing 37,6_{-0,16}$ $b = 6.4$	h11		R_a 3,2
4	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 49$	h 14	-	R_a 6,3
5	Торець	L=7,4	h 14	-	R_a 6,3
6	Фаска	$1,6 \times 45^\circ$	h 14	-	R_a 6,3
7	Зубчаста поверхня $m=3.5$ $z=17$	$\varnothing 66,5^{+0,19}$	H11	Радіальне биття 0,05 відносно бази А	R_a 3,2
8	Фасонна поверхня	R=20	h14	-	R_a 6.3
9	Торець	L=51	h14	-	R_a 6.3

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-315.00.0003АП

10, 14	Фаска	$\varnothing 30, \angle 30^\circ$	h14	-	R _a 6,3
11	Шліцева зубчаста поверхня	$6^{+0,06}_{+0,03}$	D9	Відхилення від симетричності 0,012 відносно бази А	Ra 1,6
12	Шліцева внутрішня поверхня	$\varnothing 23^{+0,033}$	H8	-	Ra 1,6
13	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 28^{+0,13}$	H11	-	Ra 3,2

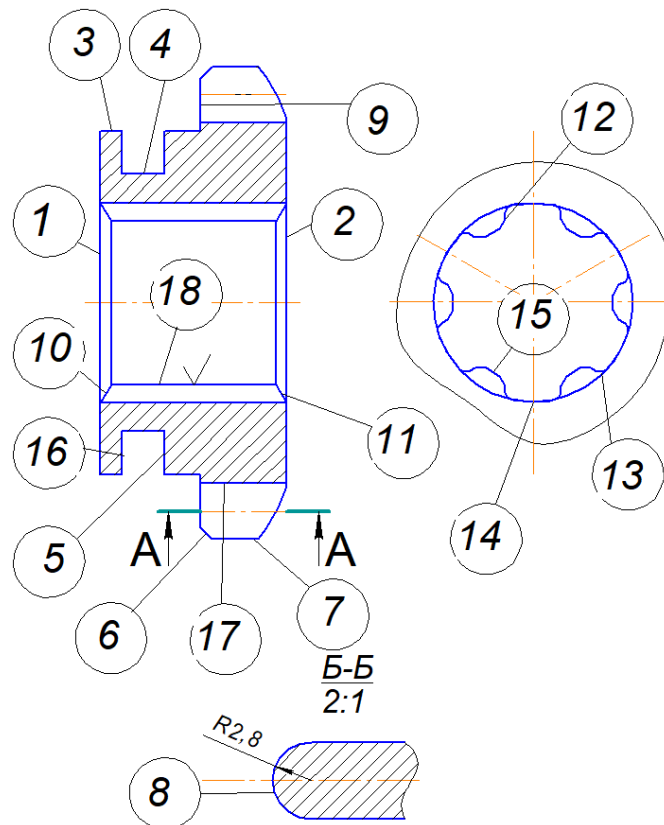
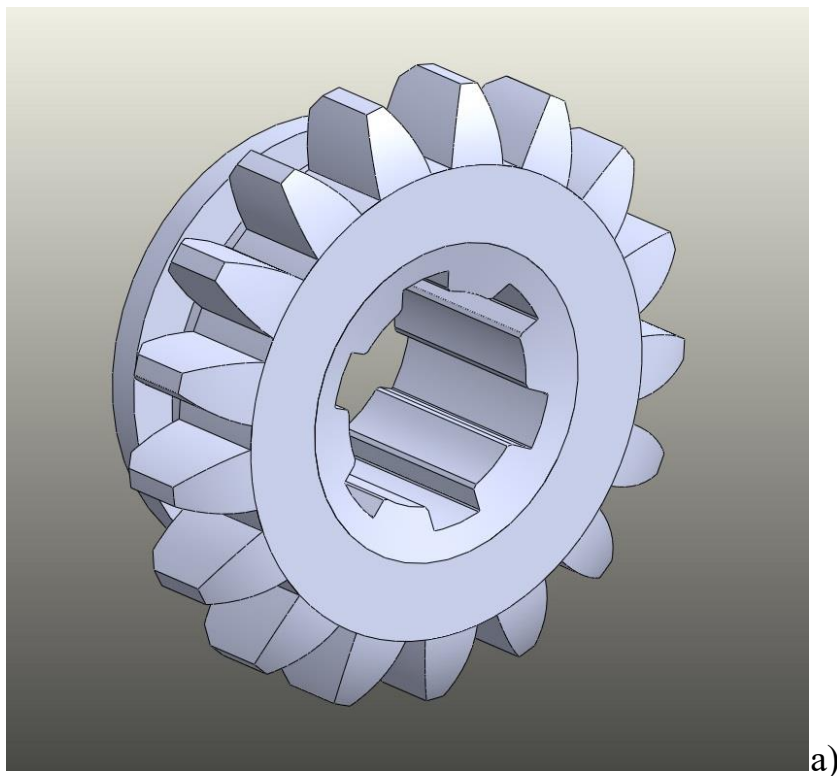


Рис.1.1- Ескіз деталі з номерами поверхонь

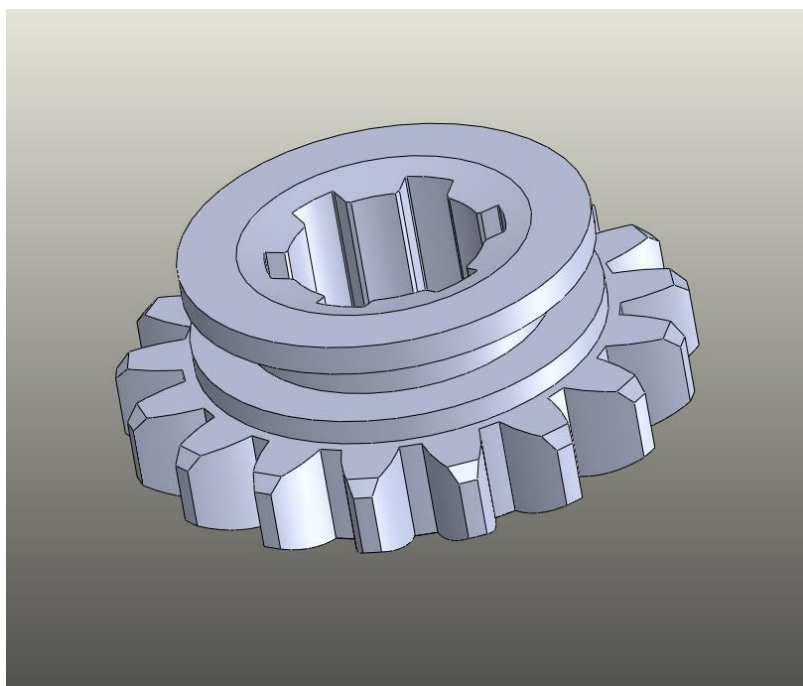
Механічні властивості та хімічний склад сталі 25ХГТ наведені в таблицях 1.2 та 1.3.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-315.00.0003АП					

Зовнішній вигляд шестірни за 3D моделями, зробленими в Solid Works, показаний на рис. 1.2.



а)



б)

Рис.1.2- Зовнішній вигляд деталі за 3D моделлю

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 — Хімічний склад сталі 25ХГТ Гост-4543-71, в %

С	Si	Mn	Cu	S	Ti	P	Cr
	Не більше						
0,22...0,29	0.17..0,37	0.8...1,1	0,3	0,035	0,03..0,09	0,035	1..1,35

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 25ХГТ ГОСТ-4543-71

Границя текучості σ_t ,	Границі міцності $\sigma_{вр}$, МПа	Твердість, НВ
1080	1470	217

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Шестірня 07.17.01.209 виготовляється з легованої сталі 25ХГТ ГОСТ4543-71. Даний матеріал добре обробляється методом кування, що необхідно для забезпечення заданої геометричної форми деталі.

В базовому техпроцесі заготовка для деталі отримується з гарячекатаного прокату розмірами $\varnothing 70 \times 29$.

За здатністю обробки тиском даний матеріал належить до групи М2- вміст вуглецю не вище 0,35% і легуючих елементів до 3 %, яка серед трьох груп знаходиться на другому місці по оброблюваності тиском.

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь45 з $G_b=650\text{МПа}$; 197НВ):

$$K_v = V_{60} / V_{e60},$$

де V_{60} -швидкість різання матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

V_{e60} -швидкість різання еталонного матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

$$\text{Згідно [9]с.29-34 } V_{60}=111\text{м/хв}; V_{e60}=115\text{м/хв};$$

$$K_v=111/115=0,965;$$

отримане значення свідчить про добру оброблюваність різанням сталі 25 ХГТ.

Позитивним в конструкції деталі є те, що поверхні 1, 2, 3, 7 обробляються на прохід з вільним доступом і виходом інструмента. Також в конструкції деталі є шліцеві поверхні, які призначені для жорсткого закріплення на валу шестерні і відповідно для передачі крутного моменту. Обробку всієї заготовки неможна обробити з одного установу. В конструкції деталі немає поверхонь, які б могли служити постійно чистовими базами і чорновими.

Отже, в цілому деталь " Шестерня 07.17.01.209" є достатньо жорсткою і технологічною в обробці.

					БР.ПМ-315.00.000ЗАП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) конструкція отвору відносно проста, отвір циліндричний є шліцові зуби пов. 12, 13,14, поверхню 17 обробляєм на прохід;

2) конфігурація зовнішнього контуру є досить технологічною, пов.17 обробляється на прохід, є канавка пов.4, 5, 16;

3) є наявність ступиці пов. 3, що дозволяє одночасно обробляти дві заготовки на зубообробній операції, що в свою чергу підвищує продуктивність зубонарізання на 25..30%;

4) хороше розміщення між вінцем; і лівим торцем;

5) форма і розміри ступиці достатні для виходу зуборізного інструмента.

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Визначення програми випуску деталей, типу виробництва і кількості деталей в партії

Початкові дані: деталь- Шестірня ; маса деталі 0,258 кг;

тип виробництва - середньосерійний.

Таблиця 1.4-Трудомісткість операцій заводської технології

№ та назва операції	$T_{шт,ХВ}$
005 Відрізна	0,7
010 Токарна	3,8
015 Токарна	1,3
020 Протяжна	2,7
025 Токарна	2,6
030 Зубофрезерна	1,33
035 Шевінгувальна	2,3
040 Зубозаокруглювальна	1,2

Сумарний штучний час визначаємо за формулою :

$$\sum T_{шт} = T_{шт005} + T_{шт010} + T_{шт015} + T_{шт020} + T_{шт025} + T_{шт030} + T_{шт035} + T_{шт040} = 0,7 + 3,8 + 1,3 + 2,7 + 2,6 + 1,33 + 2,3 + 1,2 = 15,93$$

$$\text{Середній штучний час: } T_{шт.сер.} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{15,93}{8} = 1,99 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

де K_c -коефіцієнт серійності.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-315.00.0003АП				

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t} = \frac{4029 \cdot 60}{39,8} \approx 6070 \text{шт.},$$

де F_d - дійсний річний фонд робочого часу устаткування: $F_d = 4029$.

Кількість деталей в партії

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{6070 \cdot 12}{254} \approx 286 \text{шт.}$$

де a -періодичність запуску виробів; $a=12$ днів,

F -число робочих днів у році; $F=254$ дні.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей

$$C = \frac{T_{\text{шт.сер}} \cdot n_d}{480 \cdot 0,8} = \frac{1,99 \cdot 286}{480 \cdot 0,8} = 1,48 \text{зміни},$$

де 480-дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв;

0,8-нормативний коефіцієнт завантаження верстату у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін $C_{\text{пр}}=2$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії $n_d = \frac{C_{\text{пр}} \cdot 480 \cdot 0,8}{1,99} \approx 285 \text{шт.}$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

На вибір способу отримання заготовки впливають наступні фактори:

-вид матеріалу, його марка (сталь 25ХГТ) і інші фізико-механічні властивості металу, з якого повинен бути виготовлений виріб (таблиця 1.3);

-програма пуску виробів (6070 шт);

-тип виробництва (середньосерійний);

-розміри і конструктивні форми виробу; характер обладнання, що використовується.

Враховуючи тип виробництва і марку матеріалу спосіб отримання заготовки: нарізання з круглого гарячекатеного прокату. Круглий прокат є базовим методом отримання заготовки. Перевагою цього методу є те, що цей метод широко використовується при даному типі виробництва, недоліком є те що заготовка має великі припуски на обробку.

Використання альтернативного способу отримання заготовки, наприклад об'ємне кування..Для вибору заготовки проведемо попередні розрахунки базового варіанту (гарячекатаний прокат), та варіант одержання заготовки об'ємним штампуванням, де ключовим фактором вибору заготовки буде собівартість отримання заготовки.

Дана деталь «Шестірня» 07.17.01.209 виготовляється із заготовки, яку отримують методом кування на ковальсько-пресовому обладнанні.

Технічні вимоги отриманої заготовки:

- Поковка Гр.ІІ НВ \leq 217 ГОСТ8479-70;
- Точність виготовлення Т2;
- Ступінь складності С2;
- Група сталі М2;
- Вихідний індекс – 15;

						Арк.
					БР.ПМ-315.00.0003АП	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Решта вимог за ГОСТ 7505-89.

Даний спосіб отримання заготовки є найбільш доцільним, оскільки деталь виготовляється зі Сталі 25ХГТ ГОСТ 4543-71, для якої будь-які типи литва не являються оптимальними.

Робимо висновок, що даний спосіб вибору заготовки являється найбільш вигідним для виготовлення даної деталі.

Проводимо техніко-економічне обґрунтування вибору поковки.

Визначення розмірів, маси кованої заготовки проводимо згідно ГОСТ 7505-89.

Вихідні дані:

маса деталі – 0,258кг.

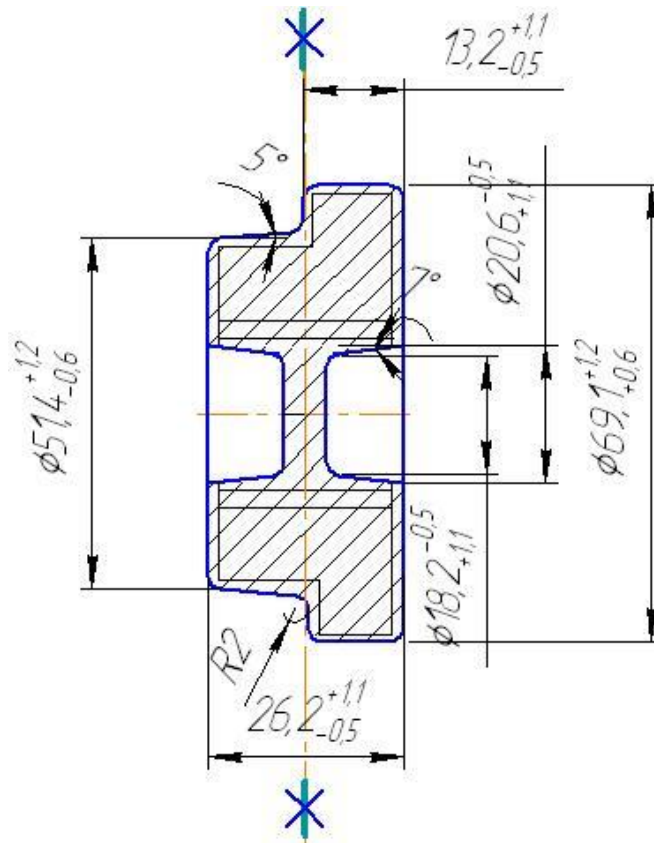


Рис. 1.3 – Ескіз штампованої заготовки шестірни

1. Вибираємо закритий штамп.
2. Визначаємо клас точності.
Клас точності Т2 – тб. 19 ст. 28 [11].
3. Встановлюємо групу сталі

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сталь 25ХГТ відносять до групи М2 – тб. 1 ст. 8 [11].

4. Визначаємо степінь складності поковки – ст. 30 [11].

$$M_{\text{розрах.}} = m_{\text{дет.}} \cdot K_p, \text{ де } K_p = 1,5 \div 1,8.$$

K_p – розрахунковий коефіцієнт, приймаємо 1,8.

$$\text{Звідси } m_p = 0,258 \cdot 1,5 = 0,387$$

4.1. Визначаємо об'єм фігури, яка описує цю заготовку – це циліндр з розмірами:

$$V_1 = \pi R_1 L_1,$$

$$V_2 = \pi R_2 L_2,$$

$$V_3 = \pi R_3 L_3,$$

$$V_{\text{заг}} = (V_1 + V_2) - 2V_3,$$

$$V_{\text{заг}} = (3,14 \cdot 1193 \cdot 13,2 + 3,14 \cdot 660 \cdot 13) - 2(12 \cdot (18,2 + 20,6)/2) = 75,92 \text{ см.куб.}$$

4.2. Знаходимо масу даної фігури.

$$M_{\text{фігури}} = V \cdot \rho; \rho \text{ для сталей} - 7,85 \text{ г/см}^3,$$

$$M_{\text{ф}} = 75,92 \cdot 7,85 = 0,59 \text{ кг,}$$

4.3. Знаходимо відношення маси заготовки до маси фігури.

$$M_z / M_{\text{ф}} = 0,387 / 0,59 = 1,6,$$

5. Визначаємо вихідний індекс заготовки. ст. 10 тб. 2 [11]

Вихідний індекс – 15.

6. Визначаємо конфігурацію поверхні роз'єму штампа – ст. 8 тб. 1 [11] Конфігурація роз'єму П (плоска).

7. Визначаємо припуски і ковальські напуски по тб. 3 [11].

7.1. Знаходимо основні припуски:

2,6 - \varnothing 66,5 мм і чистота поверхні 6.3

2,4 - \varnothing 49мм і чистота поверхні 12.5

1,2– 12 мм і чистота поверхні 12.5

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 –25 мм і чистота поверхні 12.5

7.2. Знаходимо додаткові припуски, які враховують відхилення від площинності.

Додатковий припуск становить 0,2 - ст. 14 тб. 4 [11]

7.3. Знаходимо заокруглення зовнішніх кутів. тб. 7 ст. 15 [11]

R=2мм

8. Знаходимо допуски на штамповку – ст. 18 тб. 8 [11]

$\varnothing 66,5h11 - \varnothing 69,1+0,6$

$\varnothing 49 h14 - \varnothing 51,4+0,6$

12 –13,2-0,5

25 –26,2-0,5

9. Вихідний індекс – 15

1. Степінь точності – Т2.

2. Степінь складності – С2.

3. Група сталі – М2.

4. Для внутрішніх поверхонь - 7°; для зовнішніх поверхонь 5°. Тб. 18 ст. 26 [5]

10 Знаходимо масу заготовки:

$m_{заг.} = V_{заг.} \cdot \delta$, де δ - питома густина для матеріалу заготовки.

В нашому випадку:

$V1 = \pi R1 L1$

$V2 = \pi R2 L2$

$V3 = \pi R3 L3$

$V_{заг.} = (V1 + V2) - 2V3$

$V_{заг.} = (3,14 * 1193 * 13,2 + 3,14 * 660 * 13) - 2(12 * (18,2 + 20,6) / 2) = 75,92$ см.куб.

$M_{фігури} = V \cdot \rho$; ρ для сталей – 7,85г/см³

$M_{ф} = 75,92 * 7,85 = 0,39$ кг

$KBM = M_{д} / M_{з}$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $m_{дет.}$ - маса деталі, $m_{заг.}$ - маса заготовки.

$$КВМ=0,258/0,39=0,71$$

12 Знаходимо вартість заготовки.

$$C_{заг.} = C_n \cdot G_{заг.} - (G_{заг.} - G_{дет.}) \cdot C_{відх.};$$

де C_n – ціна 1 кілограма матеріалу заготовки.

$$C_n=74 \text{ грн/кг}$$

$C_{відх.}$ - ціна 1 кілограма відходів (стружки).

$$C_{відх.} = 6 \text{ грн/кг}$$

$G_{заг.}$ – маса заготовки.

$G_{дет.}$ - маса деталі.

$$C_{заг.}=74 \times 0,39 - (0,39 - 0,258) \times 6 = 22,07 \text{ грн}$$

Проводимо техніко-економічне обґрунтування вибору прокату.

Вибираємо прокат круглого перерізу із звичайної точності. Сталь 25ХГТ.

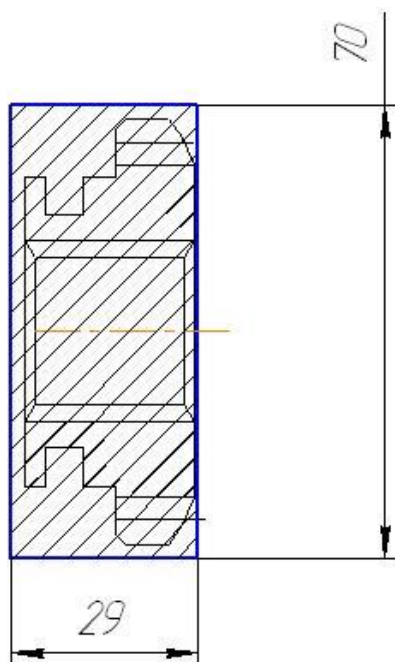


Рис. 1.4 – Ескіз заготовки з прокату

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Максимальний діаметр деталі – 66,5h11.

Поверхню такої точності можна отримати після чорнового, напівчистового точіння.

2. Для визначення вихідного діаметру заготовки складаємо таблицю.

Таблиця 1.5- Визначення параметрів заготовки

Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір
		«+»	«-»	
Ø66,5	3	0,6	0,7	Ø 69,5 ^{+0,6} _{-1,7}
25	2	0,5	0,5	27±2,5

Вибираємо прокат звичайної точності Ø 70^{+0,6}_{-1,7} по ГОСТ 2590-71.

4. Знаходимо масу заготовки.

$$m_z = V_{заг.} \cdot \rho$$

$$V_{заг.} = \pi R^2 \cdot l$$

$$V_{заг.} = 3,14 \cdot 1225 \cdot 27 = 1038 \text{ см. куб.}$$

де $V_{заг.}$ - об'єм заготовки.

$$m_{заг.} = 1038 \cdot 7,85 = 0,815 \text{ кг}$$

де ρ для сталей – 7,85 г/см³

5. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу.

$$k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}, \text{ де } m_{дет.} - \text{ маса деталі,}$$

$m_{заг.}$ - маса заготовки.

$$КВМ = 0,258 / 0,815 = 0,31$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Визначаємо собівартість заготовки.

$$C_{заг.} = C_n \cdot G_{заг.} - (G_{заг.} - G_{дет.}) \cdot C_{відх.};$$

де C_n – ціна 1 кілограма матеріалу заготовки.

$$C_n = 32,2 \text{ грн/кг}$$

$C_{відх.}$ - ціна 1 кілограма відходів (стружки).

$$C_{відх.} = 6,0 \text{ грн/кг}$$

$G_{заг.}$ – маса заготовки.

$G_{дет.}$ - маса деталі.

$$C_{заг.} = 32,2 \cdot 0,815 - (0,815 - 0,258) \cdot 6,0 = 22,8 \text{ грн.}$$

$$C_{відх.} = 6,0 \text{ грн/кг}$$

Таблиця 1.6-Порівняльна таблиця характеристики заготовок

Показники	Поковка	Прокат
Клас точності	T2	Звичайна точність
Маса заготовки	0,39	0,815
Коефіцієнт використання металу	0,71	0,31
Вартість заготовки	1,16	2,29

У нашому випадку доцільніше буде використовувати заготовку із поковки тому, що в неї на відміну від заготовки із прокату:

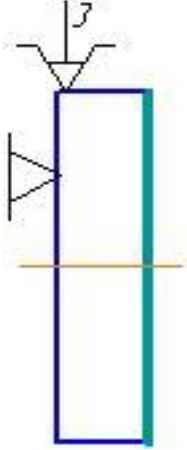
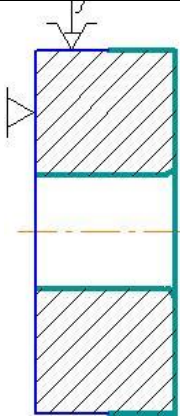
- високий коефіцієнт використання металу;
- значно менша маса заготовки;
- нижча собівартість виготовлення деталі.

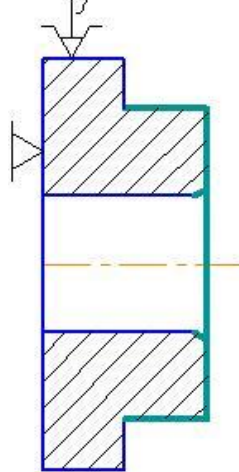
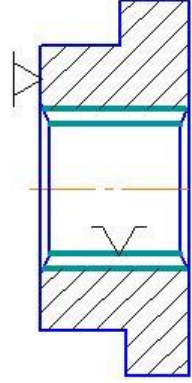
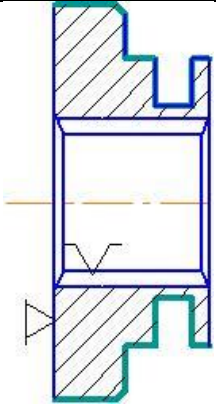
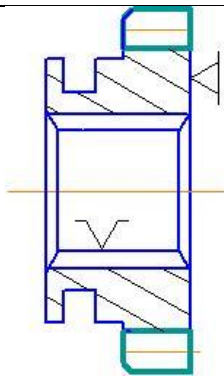
					БР.ПМ-315.00.000ЗАП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу.

На базовому підприємстві ВАТ “Агромаш-ІФ” шестірня 07.17.01.209 виготовляється в умовах середньосерійного виробництва. Опис базового технологічного процесу надаємо у вигляді таблиці 1.5.

Таблиця 1.7- Технологія обробки шестірні за базовим технологічним процесом

№ п/п	Назва та зміст операції		Тип і модель верстата	Схема базування
	Основні технологічні переходи; інструменти	№ обр. пов.		
005	Відрізна	2	8Г663	
010	Токарна 1) підрізати торець 2) точіння 3) центрувати торець 4) свердління 5) розточування	1 7 17	1А62Г Токарний самоцентруючий трьохкулачковий патрон.	

015	Токарна 1. підрізати торець 2. точіння 2. розточування	1 3 10	1А62Г Токарний самоцентруючий трьохкулачковий патрон.	
020	Протяжна 1. Протягнути шліци	12,13	7А520 Плита опорна	
025	Токарна 1. підрізати торець 2. точіння 3. притупити гострі кромки на поверхнях	1, 2, 3, 4, 6, 7, 16,	1А62Г Оправка	
030	Зубофрезерна 1. фрезерувати зуби $z=17, m=3,5$	9	53А20В пристрій спеціальний	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-315.00.0003АП

Арк.

035	Шевінгувальна 1.шевінгувати зуби	9	5702В	
040	Зубозаокруглювальна 1.Заокруглити торці зубів	18	5А580	

Опис базового технологічного процесу приведений у вигляді таблиці 1.7.

Загальним зауваженням даного технологічного процесу є використання універсальних верстатів в умовах середньосерійного виробництва там, де можна використати верстати з ЧПК. А саме, верстат з ЧПК міг би підвищити продуктивність праці на токарних операціях.

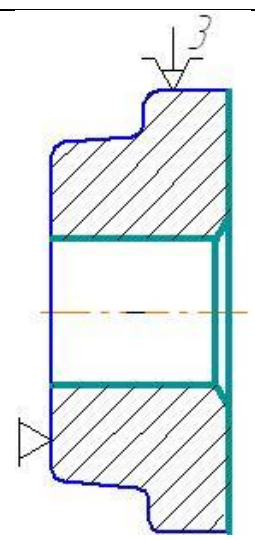
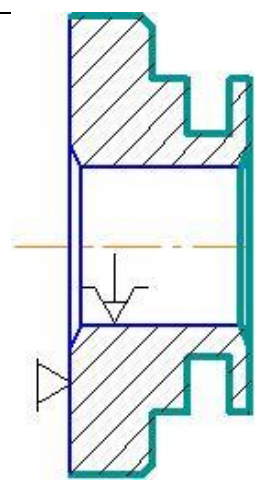
Аналізуючи даний технологічний процес можна сказати, що метод отримання заготовки для даного масштабу виробництва є досить раціональний. Креслення заготовки відповідає розрахунковим припускам на механічну обробку і технічним вимогам. Дана послідовність усіх операцій процесу забезпечує досягнення заданої точності деталі.

					БР.ПМ-315.00.0003АП		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.4.3 Проектний варіант технологічного процесу обробки шестірни

Запишемо його у формі таблиці 1.8

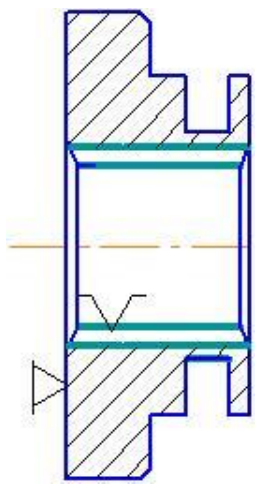
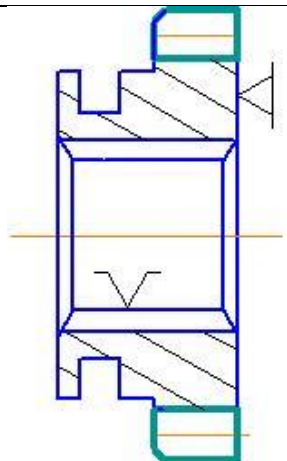
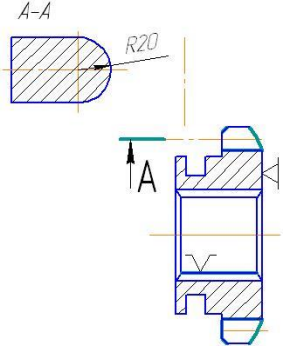
Таблиця 1.8- Технологія обробки шестерні за проектним технологічним процесом

№ п/п	Назва та зміст операції		Тип і модель верстата	Схема базування
	Основні технологічні переходи; інструменти	№ обр. пов.		
005	Токарна з ЧПК 1) підрізати торець 2) розсвердлювання 3) розточування	9 12 12	Cornak 360x750 Токарний самоцентру ючий трёхкулачк овий патрон.	
010	Токарна з ЧПК 1. підрізати торець 2. точіння зовнішнє по контуру 3. точити канавку	1 2,4,5,6, 7 3	Cornak 360x750 Оправка	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-315.00.0003АП

Арк.

015	Протяжна 1. Протягнути шліци	11,12, 13	7A520 Плита опорна	
020	Зубофрезерна 1. фрезерувати зуби z=17, m=3,5	7	Y3120CNC1 пристрій спеціальний	
025	Зубозаокруглювальна 1. Заокруглити торці зубів	8	5A580	
030	Термічна (гартування)	-	-	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-315.00.0003АП

Арк.

1.4.4 Техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки.

В порівнянні з базовим маршрутом обробки деталі, в проектному маршруті відбулися наступні зміни, зокрема:

-отримання заготовки об'ємним штампуванням, ніж гар'ячекатаний прокат дозволяє зекономити на вартості отримання заготовки, йде менше використання матеріалу на механічну обробку, і час обробки відповідно зменшується;

- також заміна верстата 1А62Г на Сормак 360х750, що в свою чергу зменшує кількість операцій і відповідно економить час обробки.

Підтвердженням цьому є проведені мною розрахунки.

1) Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{м баз}=0,55; \quad K_{м пр}=0,64;$$

2) Планова річна економія основного матеріалу:

$$E_m = M_d \cdot N \cdot (K_{м пр}^{-1} - K_{м баз}^{-1}), \text{ кг};$$

$$E_m = 0,258 \cdot 6070(0,71 - 0,31) = 626,4 \text{ кг}.$$

3) Трудомісткість процесу за штучним часом:

$$\sum T_{шт. баз.} = 392,9 \text{ хв}; \quad \sum T_{шт. пр.} = 200,4 \text{ хв};$$

4) Планова річна економія часу:

$$E_T = (\sum T_{шт. баз.} - \sum T_{шт. пр.}) \cdot N, \text{ хв.};$$

$$E_T = (392,9 - 200,4) \cdot 6070 = 127050 \text{ хв.}; \quad E_T = 2117,5 \text{ год.};$$

5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_o = \frac{\sum T_o}{\sum T_{шт}}$$

$$K_{обаз} = \frac{231}{392,9} = 0,588;$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-315.00.0003АП

$$K_{опр} = \frac{165.32}{200,4} = 0,823;$$

Таблиця 1.9 - Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки шестірні веденої 07.17.01.209

Найменування показників	базовий варіант	проектний варіант
1) Коефіцієнт використання матеріалу Кв.м.	0,55	0,64
2) Планова річна економія основного матеріалу Ем, кг	-	626,4
3) Трудомісткість процесу за штучним часом $\sum T_{шт}$	392,9	200,4
4) Планова річна економія часу Ет, год	-	2117,5
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом К _о	0,588	0,823
6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю К _н	0,16	0,22

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на поверхню 18 розміром $\phi 23H8^{(+0,033)}$. На решту поверхонь припуски назначаємо по таблицях.

Схема обробки

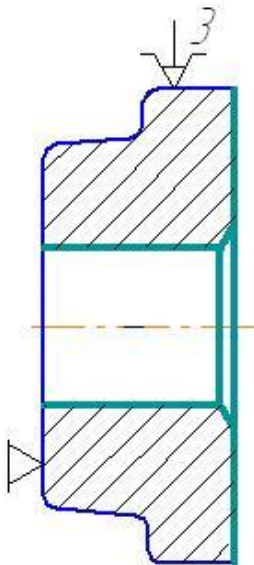


Рис. 1.5 – Ескіз операції 005

1) Початкові дані:

Заготовка-поковка;

Маса деталі-0,258 кг;

2) Послідовність обробки:

-свердління;

-розточування;

-шліфування.

При обробці деталь встановлюється у трьохкулачковому патроні, а при шліфуванні – у патроні.

Базами для обробки даної поверхні служать поверхні 1, 7.

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Мінімальні значення припусків для внутрішньої циліндричної поверхні:

$$2Z \min = 2((R_{z-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta E_{i-1}^2 + E_i^2}),$$

де R-висота нерівностей, мкм;

h-глибина дефектного шару, мкм;

Δ -просторові відхилення, мкм;

E-похибка установки заготовки, мкм;

Якість поверхонь визначаємо по [2]табл.27.с.190.

Для кованих заготовок сумарне значення Rz+h=600мкм.

Після свердління Rz=40мкм; h=40мкм;

Після розточування Rz=20мкм; h=20мкм; [2]табл.27.с.190

Після внутрішнього шліфування Rz=5мкм; h=10мкм;

Сумарне значення просторових відхилень:

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{En}^2 + \Delta_{zm}^2},$$

$$\Delta_{EP} = \Delta_k \cdot L$$

L=25мм-довжина оброблюваного отвору, мм;

питома кривизна $\Delta_k=0,6$ мкм/мм;

$$\Delta_{EP}=0,6 \cdot 25=15 \text{ мм};$$

Сумарне зміщення отвору являє собою геометричну складову в двох взаємноперпендикулярних площинах:

$$\Delta_{zm} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{2}\right)^2},$$

де δ_1 і δ_2 -допуск на розміри 66,5+0,19 і 37,6-0,16, які визначають взаємне розташування отвору відносно інших поверхонь;

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{зм} = \sqrt{\left(\frac{190}{2}\right)^2 + \left(\frac{160}{2}\right)^2} = 124 \text{ мкм};$$

$$\Delta_E = \sqrt{15^2 + 12,4^2} = 194 \text{ мкм};$$

Похибка установки заготовки згідно [2]С.41:

$$E_y = \sqrt{E_6^2 + E_3^2} \quad \text{де } E_3\text{-похибка закріплення заготовки в пристрої}$$

для поперечного напрямку, мкм;

Еб-похибка закріплення заготовки в пристрої для осьового напрямку, мкм

$$E_b = 50 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення згідно [2].с.41.Табл.12 $E_3=30$ мкм;

$$E_y = \sqrt{50^2 + 30^2} = 58,3 \text{ мкм}$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [1].с.73:

$$\Delta_E = \Delta_{III} \cdot k,$$

де K_y - коефіцієнт уточнення форми;

для свердління $K_y=0,06$;

для розточування $K_y=0,04$;

після свердління $\Delta_{E2}=0,06 \cdot 194=11,64$ мкм;

після розточування $\Delta_{E3}=0,04 \cdot 194=7,76$ мкм;

після шліфування $\Delta_{E4}=18,36$;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

при розточуванні згідно [2].с.85:

$$E_2=0,05 \cdot E_1 + E_{інд}$$

Розточування проводиться з різних установок,

тому похибка індикації $E_{інд}=0$;

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E2=0,05 \cdot 15=7,5\text{мкм};$$

$$E3=E_{\text{інд}}=0;$$

Мінімальні значення припусків:

$$\text{-шліфування: } 2z_{\text{min}1}=2(20+20+7,76+0)=95,52\text{мкм};$$

$$\text{- розточування: } 2z_{\text{min}2}=2(40+40+18,36+7,5)=211,7 \text{ мкм};$$

$$\text{-свердління: } 2z_{\text{min}3}=2(600+194+124)=1636 \text{ мкм};$$

Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого $\phi 23\text{H}8^{(+0,033)}$, визначаємо за формулою:

$$D_{pi}=D(p_{i+1})-2z_{\text{min}(i+1)}; \quad (1.23)$$

$$\text{-для розточування: } D_{p2}=23,033-0,095=22,93\text{мм};$$

$$\text{-для свердління: } D_{p3}=22,93 - 0,211=22,72\text{мм};$$

$$\text{-для заготовки: } D_{p4}=22,72-1,636=21,08\text{мм};$$

Найбільші граничні розміри:

$$\text{-готової поверхні: } D_{\text{max}1}=23,033\text{мм};$$

$$\text{-після розточування: } D_{\text{max}2}=22,98 \text{ мм};$$

$$\text{-після свердління: } D_{\text{max}3}=22,87 \text{ мм};$$

$$\text{-заготовки: } D_{\text{max}4}=22,05\text{мм};$$

Номинальні граничні розміри:

$$D_{\text{mini}}=D_{\text{max}i}-b_i,$$

де b_i -допуск на заданий розмір;

$$\text{-готова поверхня: } b=0,033\text{мм (по H7)} \quad D_{\text{min}1}=23,033-0,033=23\text{мм};$$

$$\text{-після розточування: } b=0,16\text{мм (по H9)} \quad D_{\text{min}2}=22,98-0,16=22,82\text{мм};$$

$$\text{-після свердління: } b=0,62\text{мм (по H14)} \quad D_{\text{min}3}=22,87-0,62=22,25\text{мм};$$

$$\text{-заготовки: } b=1,6\text{мм} \quad D_{\text{min}4}=22,05-1,6=20,45\text{мм};$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальні граничні значення припусків z_{\min} гр рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення z_{\max} пр-відповідно різниці найменших розмірів:

-для шліфування:

$$2z_{\min \text{ пр}1} = 23,033 - 22,98 = 0,053 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{ пр}1} = 23 - 22,82 = 0,18 \text{ мм};$$

-для розточування:

$$2z_{\min \text{ пр}2} = 22,98 - 22,87 = 0,11 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{ пр}2} = 22,82 - 22,25 = 0,57 \text{ мм};$$

-для свердління:

$$2z_{\min \text{ пр}3} = 22,87 - 22,05 = 0,82 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{ пр}3} = 22,25 - 20,45 = 1,8 \text{ мм};$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю

Загальні припуски z_{\min} і z_{\max} визначаємо, як суму проміжних припусків:

$$2z_{\min} = 0,053 + 0,11 + 0,82 = 0,983 \text{ мм};$$

$$2z_{\max} = 0,18 + 0,57 + 1,8 = 2,55 \text{ мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{\text{оном}} = 2z_{\min} + VD_3 - VD_d,$$

де VD_3 і VD_d - верхні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{\text{оном}} = 0,983 + 1,6 - 0,033 = 2,55 \text{ мм};$$

$$D_{\text{оном}} = D_{\text{дном}} - 2z_{\text{оном}} = 23 - 2,55 = 20,45 \text{ мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{\max \text{ пр}1} - 2z_{\min 1} = 0,18 - 0,053 = 0,127; \quad \delta_2 - \delta_1 = 0,16 - 0,033 = 0,127;$$

$$2z_{\max \text{ пр}2} - 2z_{\min 2} = 0,57 - 0,11 = 0,46; \quad \delta_3 - \delta_2 = 0,62 - 0,16 = 0,46;$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2z_{\max}pr3 - 2z_{\min}3 = 1,8 - 0,82 = 0,98; \quad 64 - 63 = 1,6 - 0,62 = 0,98;$$

На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору

Таблиця 1.10-Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні 18

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				2Zmin, мм	δ, мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	ρ	E			Dmin	Dmax	2Zmin	2Zmax
Заготовка	600		94			1.6	20,45	22,05		-
Свердління	40	40	11,64	58,3	1,636	0,62	22,25	22,87	0,82	1,8
Розточування	20	20	7,7	7,5	0,11	0,16	22,82	22,98	0,11	0,57
Шліфування	5	10	18.3 6	0	0,053	0,033	23	23,033	0,053	0,18

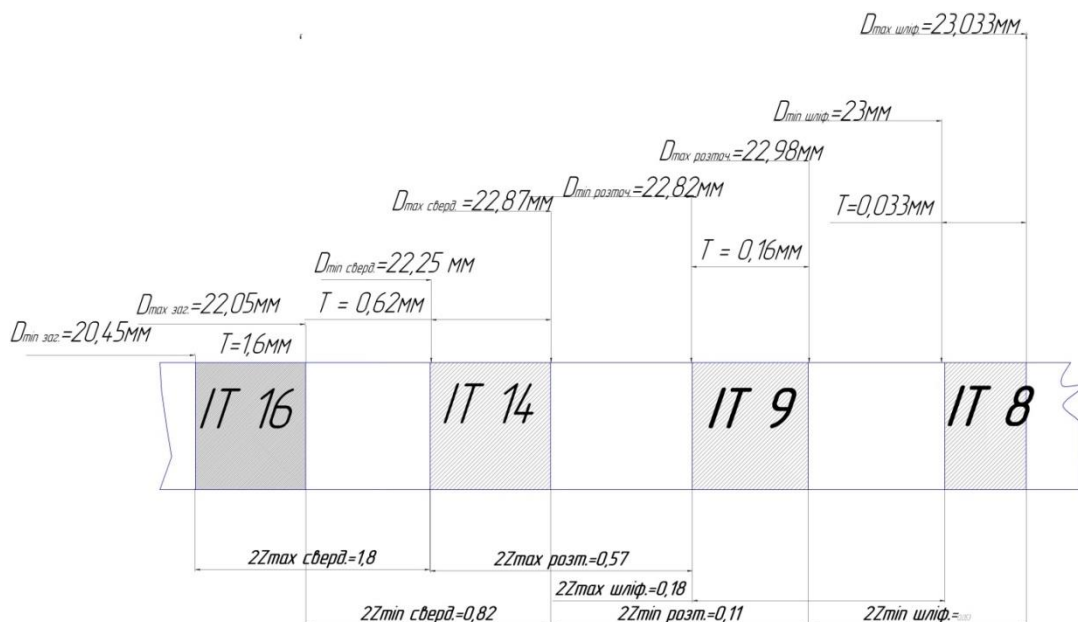


Рис.1.6 - Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні 18

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На решту поверхонь припуски і допуски назначаємо по таблицях.

Припуски вибираємо у відповідності з ГОСТ 7505-79, заносимо їх в таблицю.

Таблиця 1.11-Табличні припуски на розміри шестірни 07.17.01.209

№ пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1	25-0,21	7	0,21
2	$\varnothing 49^{(+0,25)}$	2·1.25	0,25
3	$\varnothing 37,6h11_{(-0,16)}$	2·1.6	0,16
6	1.6x45°	2·3	0.74
7	$\varnothing 66,5 H11^{(+0,19)}$	2·2	0.19
9	12 _(-0.18)	2	0,18
10	$\varnothing 30 h14_{(-0,74)}$	2·2	0.74
13	$\varnothing 28 H11^{(+0,13)}$	2·2	0,13
11	$6D9^{(+0,06/+0.03)}$	2	0,03

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.2 Розрахунок режимів різання, складової сил різання, основний та допоміжний час

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом для розточування отвору $\phi 23H8^{+0,033}$:

Початкові дані:

-обладнання: токарний з ЧПК Compak 360x750;

-інструмент: різець розточний;

геометричні параметри: $\varphi=45^\circ$; $\gamma=0$; $\lambda=5^\circ$; $\alpha=12^\circ$; $l=40\text{мм}$; $b \times h=10 \times 10\text{мм}$; $r=1\text{мм}$;

матеріал заготовки сталь 25ХГТ 56 НРС; $G_B=412\text{МПа}$;

1) Довжина обробки $l=25\text{ мм}$.

2) Глибина різання рівна найбільшому припуску: $t=h=0,28\text{мм}$;

3) Вибираємо подачу: згідно [3], с. 267, табл. 12 $S=0,1\text{ мм/об}$

4) період стійкості різця: при одноінструментальній обробці $T=60\text{ хв}$

([3], ст. 279, табл. 30)

5) Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де: $C_v = 420$ ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$m = 0,2$ ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$x = 0,15$ ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$y = 0,2$ ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

Враховуємо поправочний коефіцієнт ([3], ст. 270, табл. 17, Примітка), так як точіння внутрішнє: $K=0,9$.

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_M \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_{\square} \cdot K_{\phi 1},$$

де: K_M – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_i – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_l – коефіцієнт, який враховує довжину отвору;

де: K_r – коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності;

n_v – показник степеня;

$\sigma_B = 412$ МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

$$K_r = 0,94 \text{ ([3], ст. 262, табл. 2)};$$

$$n_v = 1 \text{ ([1], ст. 262, табл. 2)};$$

$$K_{\square} = 0,8 \text{ ([1], ст. 263, табл. 5)};$$

$$K_M = 1 \cdot (750/412)^1 = 1,82;$$

$$K_i = 0,65 \text{ ([1], ст. 263, табл. 6)};$$

$$K_l = 0,7 \text{ ([1], ст. 271, табл. 18)}. K_{\phi 1} = 1$$

$$K_v = 1,82 \cdot 0,94 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,62$$

$$V = 412 \cdot 0,62 / 51 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot 0,15 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 165,46 \text{ м/хв}$$

Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}; \quad (1.26)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 165,46}{3,14 \cdot 23} = 480 \text{ хв}^{-1};$$

коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата

$$n = 560 \text{ хв}^{-1};$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсна подача $S_{xv}=S_o \cdot n=0,1 \cdot 560=56\text{мм/хв.}$;

Згідно паспортних даних верстата при безступінчастому регулюванні подач дійсна подача становить: $X_v=56\text{мм/хв.}$;

сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H,$$

де: $C_p = 300$ ([3], ст. 273, табл. 22) – коефіцієнт;

$x = 1$ ([3], ст. 273, табл. 22) – показник степеня;

$y = 0,75$ ([3], ст. 273, табл. 22) – показник степеня;

$n = -0,15$ ([3], ст. 273, табл. 22) – показник степеня

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\square p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p},$$

$$K_{mp}=(\sigma_b/750)^n$$

де: $\sigma_b = 412$ Мпа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал;

$n = 0,75$ ([3], ст. 264, табл. 9) – показник степеня.

$$K_{mp}=(412/750)^{0,75}=0,638;$$

$$K_{\square p} = 1 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23)};$$

$$K_{\gamma p} = 1 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23)};$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23)};$$

$$K_{\tau p} = 0,93 \text{ ([1], ст. 275, табл. 23)}.$$

$$K_p = 0,638 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,593;$$

$$P_z=10 \cdot 300 \cdot 0,28^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 165,4^{0,75} \cdot 0,593=246,39\text{Н};$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{\text{різ}}=P_z \cdot V/1020 \cdot 60=246,39 \cdot 165,4/1020 \cdot 60=0,631\text{кВт};$$

Згідно знайденої потужності різання проводим перевірку достатності

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потужності

верстата за умовою: $N_{різ} < N_{шп}$

$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta$,

де $N_{шп}$ -потужність на шпинделі верстата, кВт;

$N_{дв}$ -потужність двигуна верстата, кВт;

η -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата Cormak 360x750 $N=8,2$ кВт; $\eta=0,75$;

$N_{шп} = 10,2 \cdot 0,75 = 7,65$ кВт;

в даному випадку $N_{різ} < N_{шп}$ ($0,631 < 7,65$), отже потужність даного

верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

Основний (машинний) час: $T_o = \frac{L_{р.х.}}{S_o \cdot n}$, хв;

де $L_{р.х.}$ -довжина робочого ходу інструменту, мм;

$L_{р.х.} = l_{різ} + l_1 + l_2$, мм;

де $l_{різ}$ -довжина

оброблюваної поверхні, мм; $l_{різ} = 25$ мм;

$l_1 + l_2$ -величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [4] $l_1 + l_2 = 5$ мм;

$L = 25 + 5 = 30$ мм.

$$T_o = \frac{30}{0,1 \cdot 560} = 0,24 \text{ хв};$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.12– Визначення режимів різання та основного часу

№оп.	Назва операції № переходу	D/B, мм	L, мм	t, мм	S	V, м/хв	n, об/хв	To, хв.
005	Токарна-гвинторізна							
	1.підрізати торець	69,1	9,1	1,0	0,065	45	1900	0,25
	2.розсвердлити	22,25	25	1,0	0,14	55	1900	0,25
	3.розточування	22,82	25	0,28	0,1	165	560	0,24
010	Токарна з ЧПК							
	1.підрізати торець	49	49	2,1	0,5	45	280	0,45
	2.точіння	37,6	14,6	1,6	0,5	70	350	1,5
	3.точити канавку	6,4	11,4	11,4	0,5	27	280	0,53
015	Протяжна							
	1. Протягнути шліці	28	25	-	0,16	25	-	0,16
	020	Зубофрезерна						
1.фрезерувати зуби z=17,m=3,5		66,5	12	-	2,0	33	95	3,7
025	Зубозаокруглювальна							
	1.Заокруглити торці зубів	66,5	12	1,2	0,12	56	1500	0,96

					БР.ПМ-315.00.0003АП			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

035	Внутрішньошліфувальна							
	1.шліфувати шліцеву поверхню 18	23	25	0.09	0,27	52	255	0,96
040	Калібрувальна							
	1.калібрувати бокові поверхні шліців	28	25	0.4	0.05	60	300	3.1

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.3 Нормування технологічного процесу

Операція 015 Токарна з ЧПК

Початкові дані:

-обладнання: Токарний з ЧПК Comtak 360x750;

1) Основний час $T_0=2,48$ хв;

2) Підготовчо-заклучний час згідно [9].с.90-120:

-встановлення інструментів в гнізда інструментального магазина в кількості 4штуки 11 хв;

-на отримання інструменту, оснастки і здача його в кінці обробки партії деталей 16хв;

-на встановлення керуючої програми 4хв;

$T_{п.з.}=11+16+4=31$ хв;

3) Час на встановлення і знімання деталі:

При установці в пристрій з пневмозатиском $T_{уст}+T_{зо}=0,5$ хв;

4) Час на прийоми керування верстатом:

- включити верстат кнопкою 0,01хв; [9].с.104

-зміна інструмента в магазині $0,03 \cdot 4=0,12$ хв; [9].с.105

$T_{упр}=0,01+0,12=0,13$ хв;

5) Час на вимірювання:

При вимірюванні нутроміром мікрометричним розмірів $t_1=0,16$ хв; При вимірюванні штангенциркулем $t_2=0,08$ хв; При вимірюванні шаблоном $t_3=0,11$ хв; [9].с.159 При вимірюванні 50% деталей

$$T_{вим} = \frac{(0,16 + 0,1 + 0,08 + 0,1 + 0,11) \cdot 50}{100} = 3,05 \text{хв};$$

6) Допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{ус} + T_{зо} + T_{упр} + T_{вим}, \text{хв.} \quad (1.34)$$

						Арк.
					БР.ПМ-315.00.0003АП	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{доп}}=0,5+0,11+3,05=3,66\text{хв};$$

7) Оперативний час:

$$T_{\text{оп}}=T_{\text{осн}}+T_{\text{доп,хв.}}; \quad (1.35)$$

$$T_{\text{оп}}=2,48+3,66=6,14\text{хв};$$

8) Час на технічне обслуговування робочого місяця:

$$t_{\text{зз}} = 6,8\text{хв}; \quad [9]\text{с.159}$$

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_0 \cdot t_{\text{зз}}}{T}, \quad (1.36)$$

Де T-період стійкості;

$$T_{\text{тех}} = \frac{2,48 \cdot 6,8}{60} = 0,28\text{хв};$$

9) Час на організаційне обслуговування робочого місяця:

$$\text{Згідно [9]\text{с.223}} \quad T_{\text{орг}} = \frac{1,4 \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{1,4 \cdot 6,14}{100} = 0,19\text{хв};$$

10) Час на відпочинок і особисті потреби:

$$\text{Згідно [9]\text{с.203}} \quad T_{\text{відп}} = \frac{4 \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{4 \cdot 6,14}{100} = 0,5\text{хв};$$

11) Штучний час:

$$T_{\text{шт}}=T_0+T_{\text{доп}}+T_{\text{об}}+T_{\text{відп}}, \text{ хв.}; \quad (1.37)$$

$$T_{\text{шт}}=2,48+3,66+6,14+0,19+0,5=13,68 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{T_{\text{нз}}}{n} + T_{\text{шт.}}, \text{хв}; \quad T_{\text{шт.к.}} = \frac{31}{30} + 13,68 = 14,71\text{хв};$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Автоматизоване проектування токарної операції з ЧПК.

Скористаємось системою автоматизованого проектування технологій Sprut CAM і розробимо технологічний перехід токарного розсвердлювання центрального отвору у штампованій заготовці Ø27 мм на токарному верстаті з ЧПК мод. Comtak 360x750.

1 Зробимо тривимірну віртуальну модель заготовки шестірні, що обробляється на даному переході, в програмі Solid Works (рис.1.ЧЧЧ).

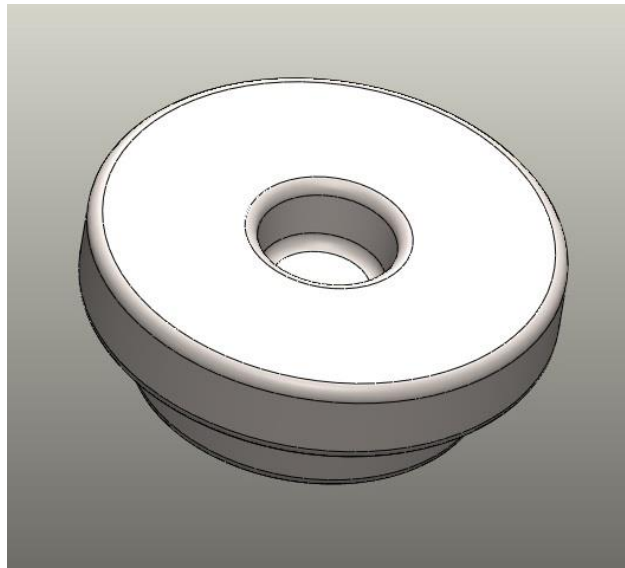


Рис. 1.7 – 3D модель заготовки шестірні

2 Перезбережемо зроблену модель у формат igs.

3. Відкриємо програму Sprut CAM 2007та внесемо в неї модель igs.

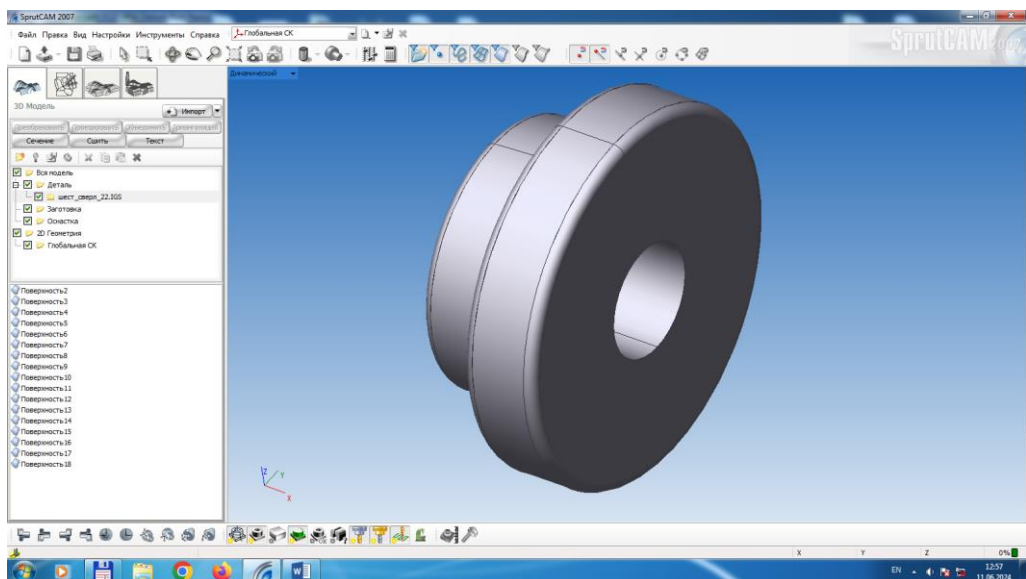


Рис. 1.8– Імпортована модель заготовки шестірні igs

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Перейдемо в закладку технології.

5. Встановлюємо тип верстата – токарний з осями X,Y (рис. 1.9).

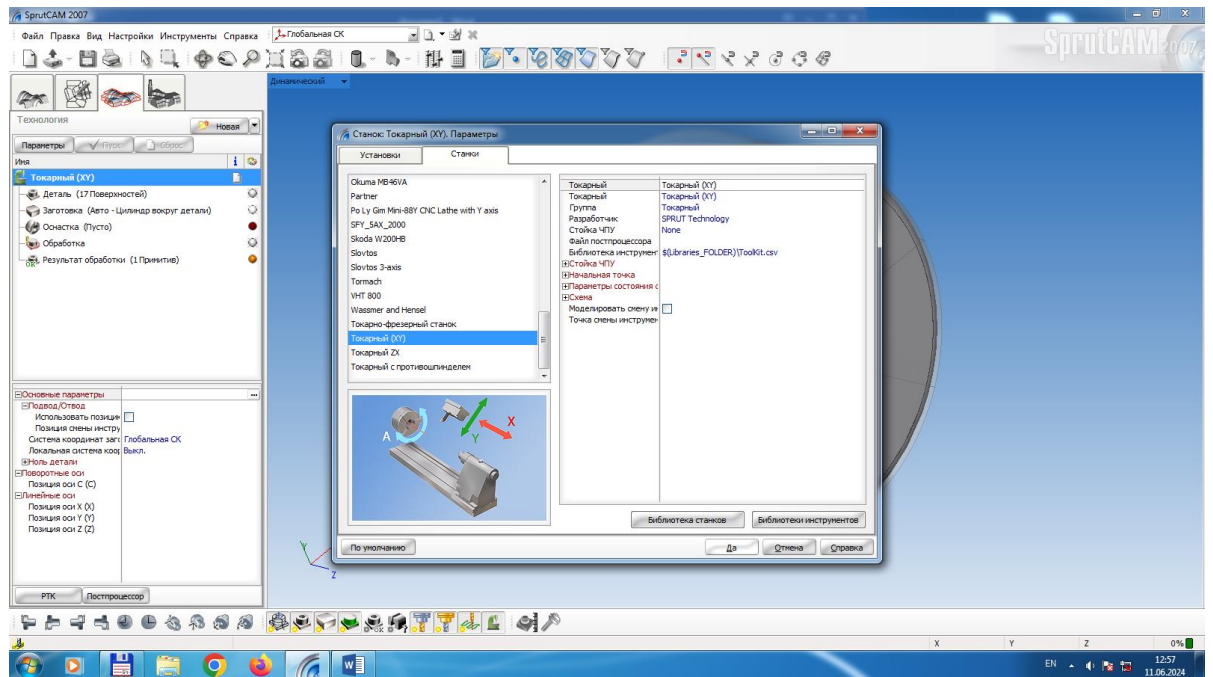


Рис. 1.9 – Вибір типу верстата

6. Уточнюємо тип заготовки – тіло обертання (рис. 1.10).

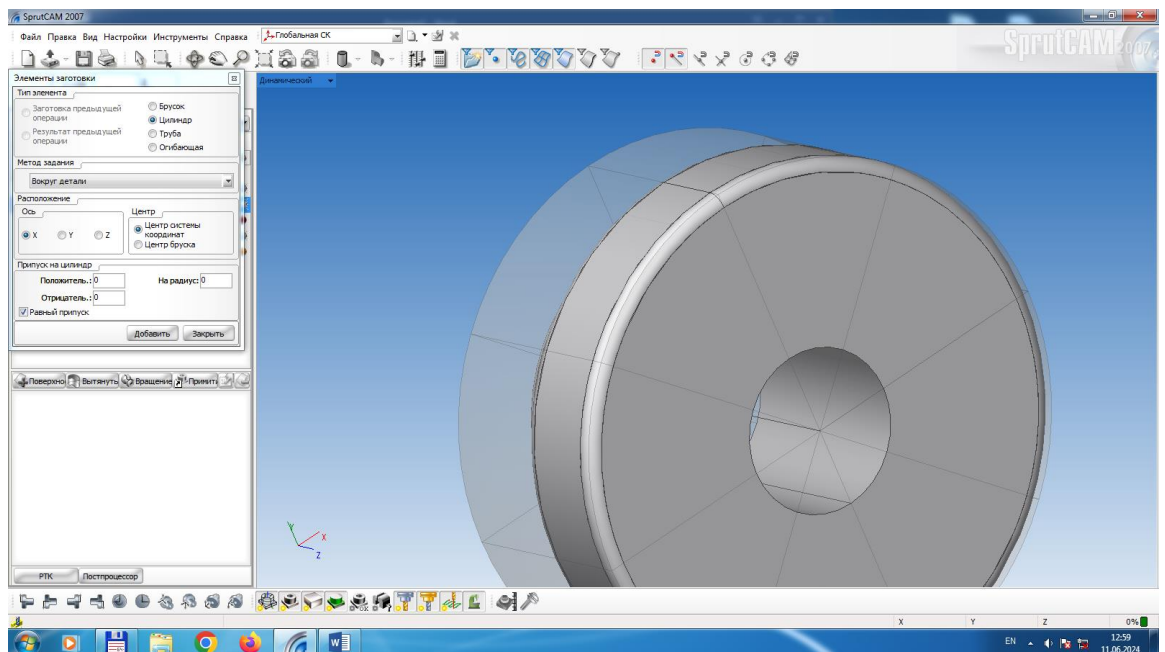


Рис. 1.10 – Уточнення типу заготовки

7. Встановлюємо вид обробки - розсвердлювання центрального отвору у заготовці (рис. 1.11)

						БР.ПМ-315.00.000ЗАП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

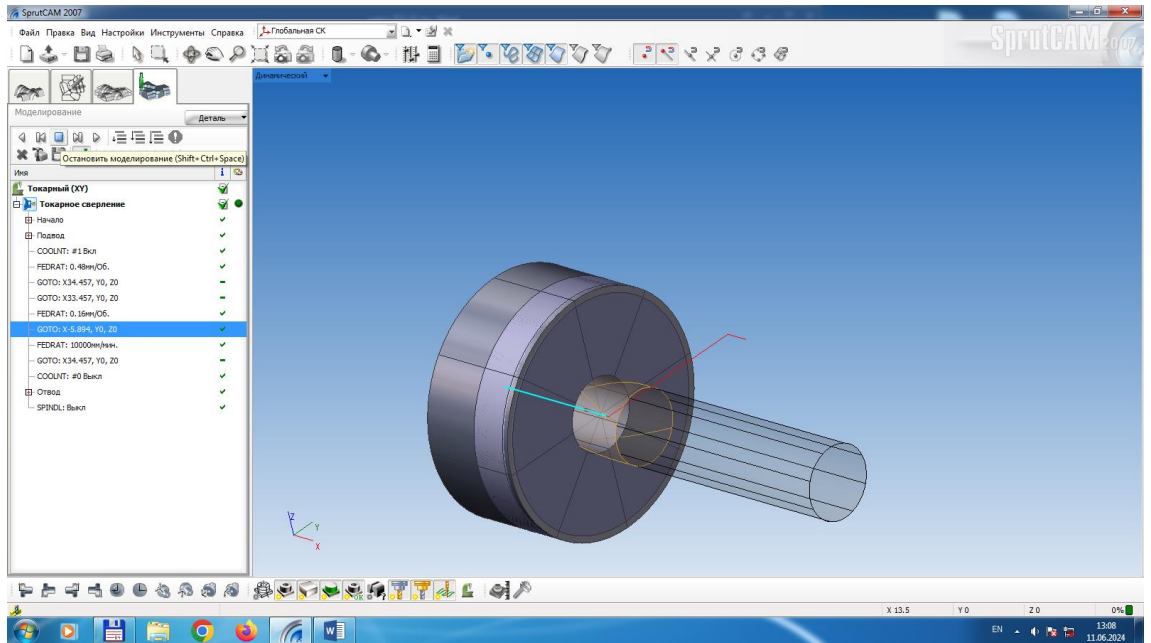


Рис. 1.19 – Фрагмент імітації при завершенні розсвердлювання отвору

14. Генеруємо керуючу програму у модулі постпроцесора.

Спершу вибираємо стійку – Fanuc OM-SNC (рис. 1.20).

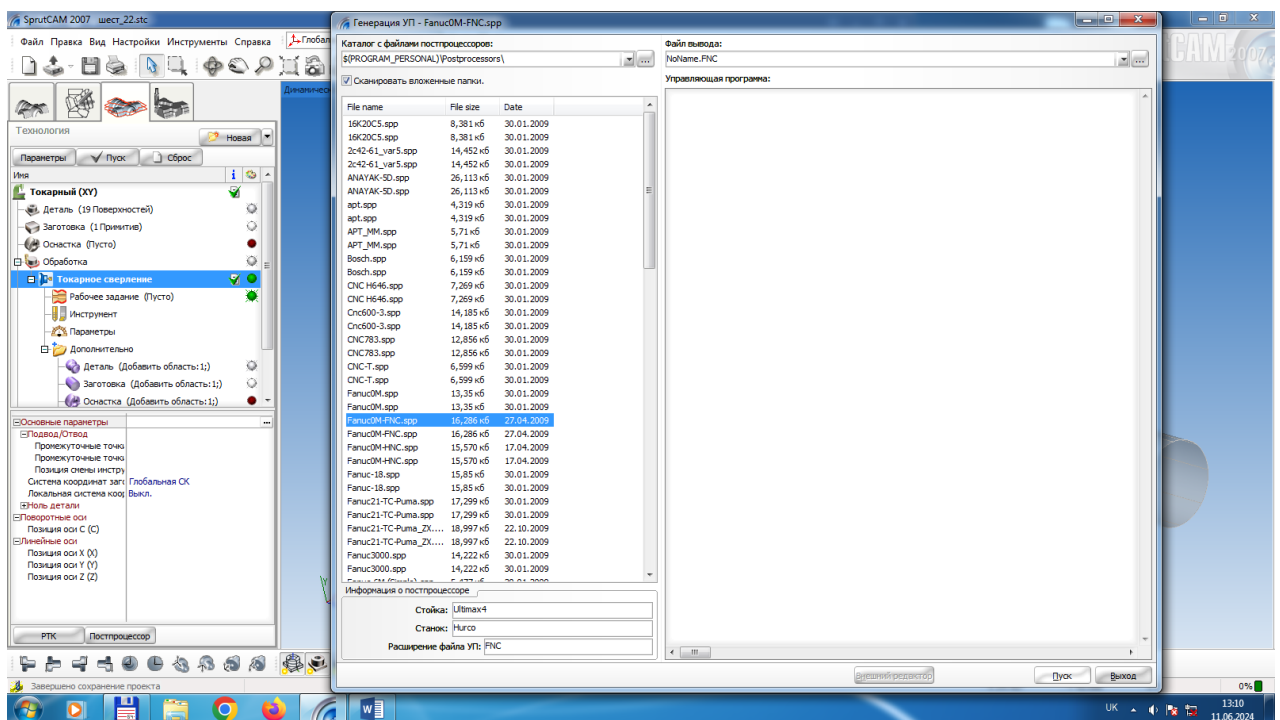


Рис. 1.20 – Вибір керуючої стійки

Запускаємо постпроцесор і отримуємо програму (рис. 1.21).

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-315.00.000ЗАП

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій зубофрезерний

2.1.1 Завдання на проектування пристрою

Технічне завдання на проектування верстатного пристрою

Завдання

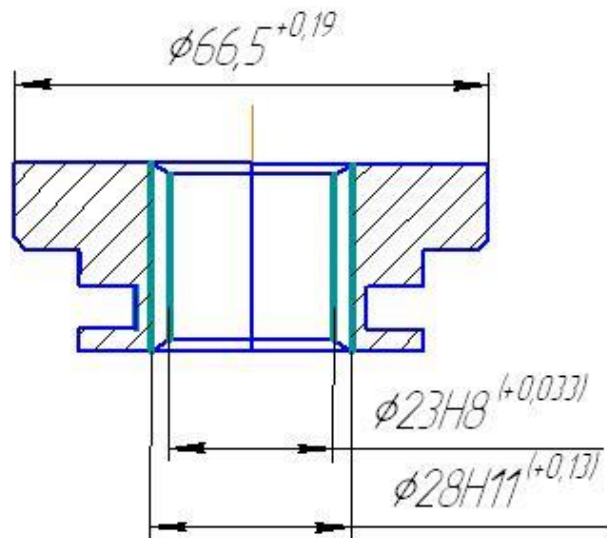
Спроекувати пристрій для фрезерування зубів зовнішнього зачеплення

Початкові дані

Назва і шифр деталі

Шестірня ведена 07.17.01.209

Рис. 2.1 Стан заготовки перед виконанням операції



Матеріал
заготовки

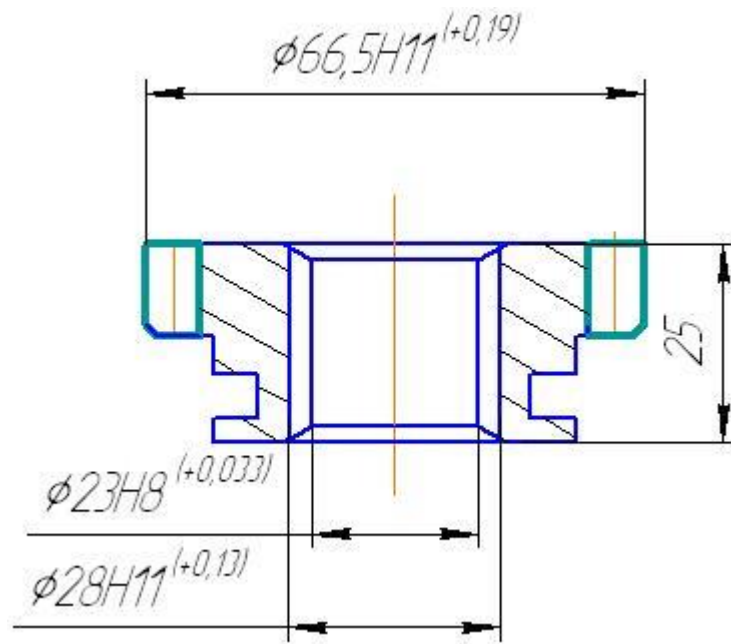
Сталь 25 ХГТ ГОСТ 4543-71

Арк.

БР.ПМ-315.00.0003АП

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Рис. 2.2 -Стан заготовки після виконання даної операції



Назва операції, верстат	Зубофрезерна, 53А20
Склад переходів і їх послідовність	Фрезерувати зуби
Додаткові вимоги до операції	-
Технологічні бази	Торець та внутрішня циліндрична поверхня
Різальний інструмент	Фреза 2510-4027А ГОСТ 9324-80
Режими різання	$n=95, S=2,0 \text{ мм/об}, V=33 \text{ м/хв}$
Програма випуску деталей	6070
Структура пристрою	двомісний
Ступінь механізації пристрою	Закріплення заготовки механізувати
Рекомендований тип приводу пристрою	З пневмоприводом

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-315.00.0003АП

Арк.

2.1.2 Опис призначення, будови і роботи пристрою

Схему встановлення заготовки показано на рисунку 2.3

Даний пристрій призначений для установки і закріплення деталі – „Шестерня 07.17.01.209”. Пристрій використовується на зубофрезерній операції верстаті мод. 53А20В. Пристрій кріпиться до стола верстату за допомогою чотирьох болтів М10.

Пристрій складається з колони 6, перехідника 4, який фіксується до пристрою за допомогою чотирьох болтів 5 М6, в дану втулку запресована інша, швидкозмінна, шліцева оправка 3, на яку здійснюється базування шліцевих зубів шестерні.

Для швидкої зміни деталей передбачена розрізна шайба 2. Тяга 1 з'єднується з пневмокамерою пристрою (на кресленні не показана).

Використання даного пристрою підвищує продуктивність праці за рахунок зменшення часу на встановлення і закріплення деталі, а також часу на зняття деталі, полегшує умови праці працівників і підвищує культуру виробництва на підприємстві.

Визначаємо рівень уніфікації пристрою за коефіцієнтом стандартизації-відсотком застосування стандартних та уніфікованих деталей і вузлів у пристрої, який визначити за формулою, %:

$$K_{ст} = 100 \cdot \sum_{ст} / \sum_{заг} = 100 \cdot 4 / 9 = 44,4\%$$

де $\sum_{ст}$ – кількість стандартних і уніфікованих елементів;

$\sum_{заг}$ – загальна кількість всіх складових деталей і вузлів пристрою.

Оформляємо специфікацію складального креслення за правилами ЕСКД, яку можна знайти в додатках пояснювальної записки.

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Силовий розрахунок пристрою

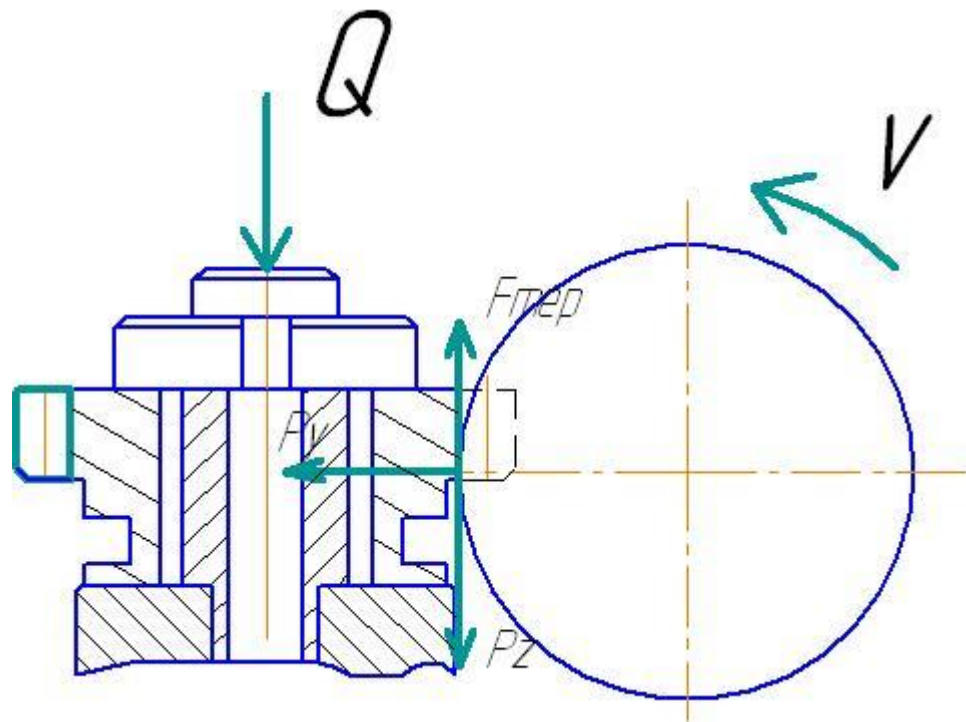


Рисунок 2.3 Схема діючих сил

При фрезеруванні зубів у фрезерному пристрої, на деталь діють активні сили різання \vec{P}_z і \vec{P}_y реакції R_{pz} і R_{py} їм протидіє сила затиску \vec{W} , яка повинна бути більшою або рівною загальній сумі сил, які зміщують деталь в пристрої.

Сума моментів відносно точки А

$$\Sigma M_A = 0 ; M_{T1} + M_{T2} - KPz/2 = 0; (2.1)$$

$$M_{T1} = \frac{2}{3} Q \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f_2$$

$$M_{T2} = \frac{2}{3} Q \frac{R_2^3 - r_2^3}{R_2^2 - r_2^2} f_1$$

$$\frac{2}{3} Q \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f_2 + \frac{2}{3} Q \frac{R_2^3 - r_2^3}{R_2^2 - r_2^2} f_1 = \frac{P_z \cdot D}{2}$$

$$D_1 = D_2 = 65,8 \text{ мм}$$

						Арк.
					БР.ПМ-315.00.0003АП	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт тертя між деталю, установчими і затискаючими елементами пристрою
 $f_1 = f_2 = 0,16$

$$Q1 = \frac{P_z \cdot D}{\frac{2}{3} \left(\left(\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f_2 \right) + \left(\frac{R_2^3 - r_2^3}{R_2^2 - r_2^2} f_1 \right) \right)} \cdot 2;$$

Визначаємо силу різання P_z при зубофрезеруванні черв'ячною фрезою

P_z – сила різання

$$P_z = N_{\text{різ}} \cdot 60 \cdot 1020 / V$$

де $N_{\text{різ}}$ – потужн. яка витр. на різан. $N_{\text{різ}} = 3,4 \text{ кВт}$

V – швидкість різання $V = 33 \text{ м/хв}$

$$P_z = 3,4 \cdot 60 \cdot 1020 / 33 = 6305 \text{ Н}$$

Необхідна сила затиску гвинтового механізму затиску пристрою з врахуванням коеф. запасу $Q = Q1 \cdot K$, де $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$;

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2;$$

$$Q1 = \frac{6305 \cdot 60}{\frac{2}{3} \left(\left(\frac{32,9^3 - 27,8^3}{32,9^2 - 27,8^2} \cdot 0,16 \right) + \left(\frac{27,5_2^3 - 21,5^3}{27,5_2^2 - 21,5^2} \cdot 0,16 \right) \right)} \cdot 2 = 11520;$$

$$Q = 11520 \cdot 1,2 = 13824 \text{ Н}$$

Номінальний діаметр гвинта при k -ті гвинтів 2 шт:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{(2 \cdot C_p)}}$$

де C_p – напруга розтягу матеріалу гвинта, мПа; для

сталі 25ХГТ дорівнює 738 мПа

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{13824}{(2 \cdot 738)}} = 8,3 \text{ мм}, \text{ приймає } 8 \text{ мм}$$

Для забезпечення надійності призначаємо коефіцієнт запасу $K_3 = 2,55$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-315.00.0003АП

2.1.4 Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою

Розраховуємо тягу на міцність при розтягу в канавці діаметром 8мм для установки шайби. Ескіз штока з усіма необхідними розмірами показаний на рисунку 2.2.



Рис.2.4 – Ескіз тяги

Матеріал тяги — Сталь 45 ГОСТ 1050-88

допустиме напруження при розтягу $[\sigma_p]=206$ МПа

Умова міцності при розтягу:

$$\sigma_p = \frac{P}{A} \leq [\sigma_p]$$

де: σ_p - нормальне напруження розтягу для матеріалу важеля, МПа;

P - максимальне зусилля розтягу у небезпечному перерізі, Н;

A - площа поперечного перерізу небезпечної ділянки, мм²;

$$A=0,785 \cdot d^2=0.785 \cdot 8^2=379,94 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_p = \frac{10700}{379,94} = 28,16 \text{ МПа.}$$

В даному випадку $\sigma_p \leq [\sigma_p]$ ($28,16 < 206$), отже умова міцності на розтяг витримується.

						БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Як слабку ланку розглядаємо різьбове з'єднання, в тому випадку, коли згвинчування не проходить до упору і ймовірність зминання різьби (M10) дії зусилля на поршень. Умова міцності різьби на зминання:

$$\sigma_{3M} = \frac{4 \cdot F_{PO3}}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot K_m \cdot z} \leq [\sigma_{3M}]$$

$z = 16$ – число витків різьби на довжині згвинчування;

$K_m = 0,6$ – коефіцієнт нерівномірного розподілу навантаження по витках різьби;

$d = 14 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр різьби;

$d = 11,83 \text{ мм}$ – внутрішній діаметр різьби;

$[\sigma_{3M}] = 40 \text{ МПа}$ – допустимі напруження зминання;

$F_{PO3} = 5519 \text{ мм}^2$ – розрахункова площа контакту різьби.

$$\text{Отже, } \sigma_{3M} = \frac{4 \cdot 5519}{3,14 \cdot (14^2 - 11,83^2) \cdot 0,6 \cdot 16} = 16 \text{ МПа} \leq [\sigma_{3M}] = 40 \text{ МПа}$$

2.1.5 Розрахунок пристрою на точність

Основним чинником, що впливає на точність верстатного пристрою є точність його виготовлення. Допустиму неточність виготовлення пристрою (допуск на розмір, що з'єднує елемент пристрою, який визначає положення деталі, з виконавчою або установчою поверхнею пристрою) $T_{пр}$ визначають за формулою:

$$T_{пр} \leq T_3 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8\varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + (0,8 \cdot \omega)^2},$$

$T_3 = 1,6$ – допуск на фрезерування в даному пристрої, тобто допуск на отримуваний розмір;

ε_6 – похибка базування заготовки в пристрої. При базуванні в трьохкулачковому патроні і центрі – $\varepsilon_6 = 0$;

ε_3 – похибка закріплення заготовки в пристрої. При закріпленні в патроні $\varepsilon_3 = 25 \text{ мкм}$ ([3] ст.52);

ω – економічна точність обробки фрезеруванням. Згідно нормативів економічної точності обробки $\omega = 150 \text{ мкм}$ ([3] ст.158);

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Отже, } T_{\text{ПР}} \leq 800 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 25^2 + (0,8 \cdot 150)^2} = 0,6 \text{ мм}$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Пристрій шліфувальний

Початкові дані:

Верстат внутрішньо шліфувальний моделі 3A227Аф2.

Діаметр оброблюваного отвору Ø23Н8

2.2.1 Опис будови і роботи пристрою

Спроектований пристрій призначений для установки та закріплення шестірні на внутрішньо шліфувальну операцію 035. Шестірня закріплюється в пристрої заклинюванням в трьох жорстко зв'язаних з корпусом 3 кулачках 4 шляхом вставлення в проміжок між зубами та кулачками циліндричних гартованих роликів 6. Конструкція шліфувального пристрою показана на арк.6 графічної частини роботи.

На перехідній планшайбі 1 з допомогою 4-ох болтів 2 закріпленій корпус 3, точність установки якого відносно осі обертання перевіряється по виточці

Кутове розміщення осей кулачків по зовнішньому діаметру патрона повинно відповідати кутовому розміщенню осей роликів 6, вставлених у впадини між зубами шестерні.

За допомогою установчого пальця 8 зміщують отвори на кулачках з отворами такого ж діаметру в корпусі, після чого кулачки закріплюють гвинтами 7 і 9.

Схема розміщення роликів під заданими кутами та вплив зміни їхнього діаметра на точність встановлення заготовки показана на рис. 2.3

2.2.2 Конструктивний розрахунок елементів пристрою (необхідного діаметра ролика)

Оскільки сили різання при шліфуванні отвору Ø23Н8 незначні, то робимо розрахунки розмірів і точності пристрою

Розрахуємо, як впливає розмір ролика на розміщення осі заготовки. Відповідно, виходячи з умови що два ролика з трьох мають найбільший діаметр,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-315.00.0003АП

а один найменший, то величина зміни якраз буде максимальною, що в свою чергу є прямопропорційним величині зміни співвісності отвору dX .

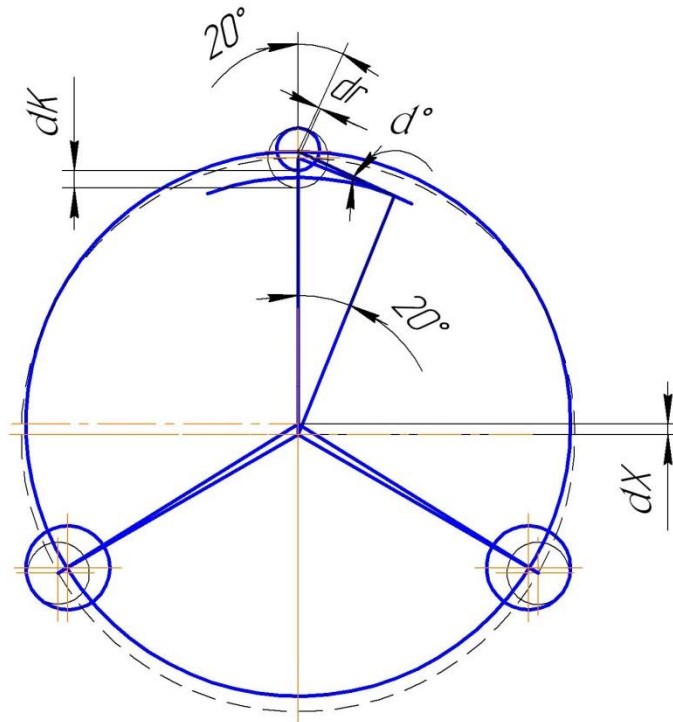


Рис. 2.5-Схема для визначення величини зміни радіуса ролика.

$$df = d - 2.5m$$

Де d -ділильний діаметр шестерні,мм

m -модуль зуба

z -число зубів шестерні

$$d = mz = 3,5 \cdot 17 = 59,5 \text{ мм}$$

$$df = 59,5 - 2,5 \cdot 3,5 = 50,75 \text{ мм}$$

Величина зміни радіуса ролика залежить від поля допуску на виготовлення:

Ролик діаметром $\text{Ø}6H7^{(+0,012)}$, відповідно величина зміни радіуса ролика

$$dr = T_d = 0,012 \text{ мм}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-315.00.0003АП					

виходячи із теореми подібності трикутників OO1K і AA1B знаходимо величину dX:

Величина зміни співвісності $dX = \frac{dr}{\sin \alpha} = \frac{0.012}{\sin 20} = 0.035 \text{ мм}$

Де α кут зачеплення $\alpha = 20^\circ$

Величина зміни затискного розміру: $dK = dX + dr = 0.035 + 0.012 = 0.047 \text{ мм}$

Для центрування і закріплення шестерні з трьома вставленими в її впадини роликками, закріплюють всередині криволінійних ділянок кулачків і провертають на певний кут забезпечуючи попереднє заклинювання. В процесі обробки під дією сили різання заклинювання автоматично збільшується. Для попереднього заклинювання робітником

Визначимо потрібні розміри.

Знаходимо ширину впадини:

$$\varpi = m(\pi/2 - 2\xi_t g \alpha_n) = 3.5(3.14/2 - 2 \cdot 0.316534 \cdot 0.3697) = 9.38 \text{ мм},$$

До ширини впадини при безззорному зачепленні добавляється верхнє відхилення і половину допуску на виготовлення.

$$\varpi = 9,38 + 0,19 + 0,1 = 9,67 \text{ мм}$$

Визначаєм діаметр ролика :

$$d_p = 1.7m = 1.7 \cdot 3.5 = 5.95 \text{ мм},$$

Приймаєм $d_p = 6 \text{ мм}$

$$3. \text{ inv} \alpha = \frac{2r_p}{mz \cos \alpha_n} - \frac{\varpi}{mz} + \text{inv} \alpha_n = \frac{6}{3.5 \cdot 17 \cdot 0.93969} - \frac{9.67}{3.5 \cdot 17} + 0.014904 = 0.033298,$$

$$\text{inv} \alpha = 0.033298 = 25^\circ 50' 33''$$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$X = \frac{mz \cos \alpha_n}{2 \cos \alpha} = \frac{3.5 \cdot 17 \cdot 0.93969}{2 \cdot 0.9000} = 63.704 \text{ мм}$$

Визначаємо зажимний розмір

$$K = X + r_p = 63.704 + 3 = 66.704 \text{ мм},$$

Оскільки заданий розмір 66,5мм, то:

$$dK = 66.704 - 66.5 = 0.204 \text{ мм},$$

Знаходимо величину зміни радіуса ролика:

$$dr_p = \frac{\sin \alpha}{1 + \sin \alpha} dK = \frac{0.43590}{1 + 0.43590} \cdot 0.204 = 0.06193 \text{ мм},$$

Визначаємо остаточний розмір діаметра ролика:

$$d_p = 6 - 0.062 \cdot 2 = 5.876 \text{ мм}$$

Перевіряємо правильність розрахунків:

$$\text{inv} \alpha = \frac{5.876}{3.5 \cdot 17 \cdot 0.93969} - \frac{9.67}{3.5 \cdot 17} + 0.014904 = 0.032512$$

$$\text{inv} \alpha = 0.032512 = 25^\circ 38' 53''$$

$$X = \frac{3.5 \cdot 17 \cdot 0.93969}{2 \cdot 0.90147} = 62.561 \text{ мм}$$

$$K = 62.561 + 2.938 = 65.499 \text{ мм}$$

Розрахунок рівня уніфікації пристрою визначається коефіцієнтом уніфікації:

$$K_{\text{пр}} = (E_{\text{заг}} - E_0) / E_{\text{заг}} \cdot 100\%$$

де $E_{\text{заг}}$ – загальна кількість деталей у пристрої (по специфікації)

$$E_{\text{заг}} = 7 \text{ шт.}$$

					БР.ПМ-315.00.000ЗАП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ео – кількість оригінальних деталей у пристрої

Ео = 4 шт.

Кпр = $(7-4) \cdot 100/8 = 37,5\%$

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

У бакалаврській роботі поданий проект технологічного процесу механічної обробки шестірні, який, на відміну від базової технології, ґрунтується на застосуванні сучасних верстатів з ЧПК, механізованих пристроїв.

Частина технологічної операції спроектовано у САПР ТП Sprut CAM.

Вважаю, що результати моєї роботи можуть бути корисними на виробництві.

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література:

1. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - Москва: "Машиностроение", 1985.
 2. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - Москва: "Машиностроение", 1985.
 3. Справочник инструментальщика под ред. И.А. Ординарцева – Ленинград «машиностроение» Ленинградское отделение 1987
 - 4.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть II. – Москва: "Машиностроение", 1974.
 5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть I. – Москва: "Машиностроение", 1974.
 6. Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання конструкторської частини дипломних проектів спеціальності 1202. Проектування верстатних пристроїв. - Б.Д.Сторож, Я.Д.Цимбалістий, Ю.Д.Петрина. Івано-Франківськ, ІФІНГ, 1990 – 38с.
 7. Медвідь М.В., Шабайкович В.А. Теоретичні основи технології машинобудування. – Львів: Вища школа, 1976. – 298с.
 8. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. В.С.Корсаков. – М: Машиностроение 1971.
 9. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів в машинобудуванні: навч. Посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
 10. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение, 1979, - 393 с.
- 9.Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под. Ред. А. Ф. Горбачевича. – Минск: Высш. школа, 1976.
- 10.Анурьев В.Н. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. М.: Машиностроение, 1982.

					БР.ПМ-315.00.0003АП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

--	--	--	--	--	--

Зм	Ар	Нодок.	Підпис	Дата

4	1
---	---

ІФНТУНГ		
----------------	--	--

Шестерня 07.17.01.209	П	
------------------------------	---	--

“Затверджую”

Зав.кафедрою проф.. Панчук В.Г

**КОМПЛЕКТ
технологічної документації**

Технологічний процес механічної обробки
Шестерня 07.17.01.209

Розробла: ст. гр.ПМ-22-1К
Ханенків Р.В.

Перевірів: проф.Онисько О.Р.

“ ___ ” _____ 2024р

--	--

Технологія виготовлення
деталі
«Шестерня 07.17.01-209

Креслення деталі

БР.ПМ-313.01.000

6,3
√(√)

Перв. примен.

Справа. №

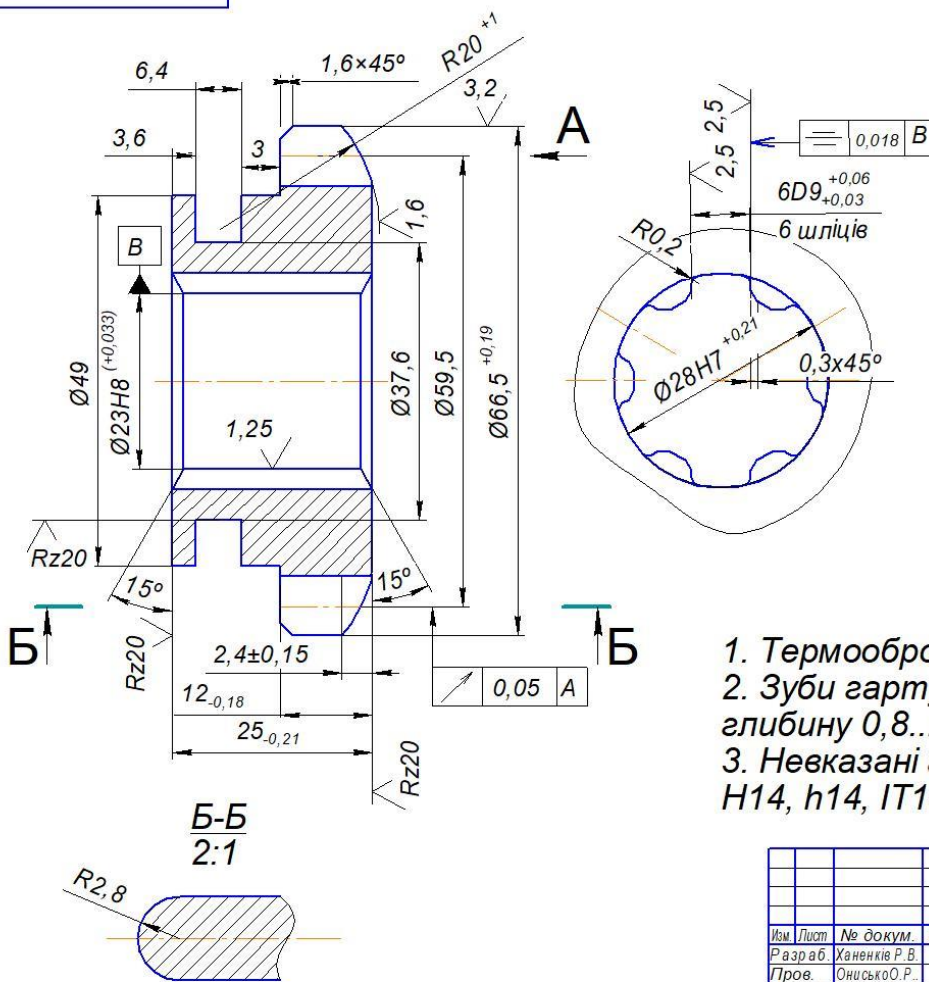
Подп. и дата

Изм. №

Подп. и дата

Изм. №

Подп. и дата



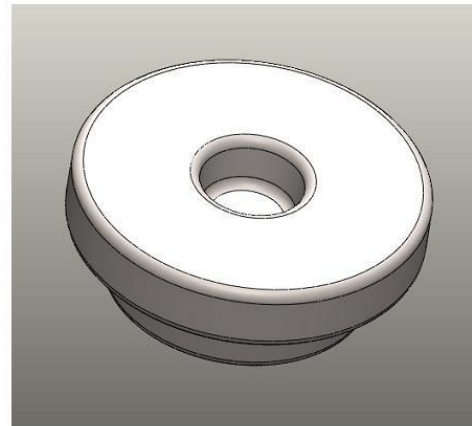
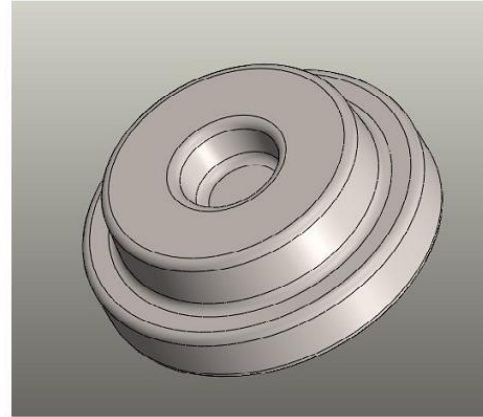
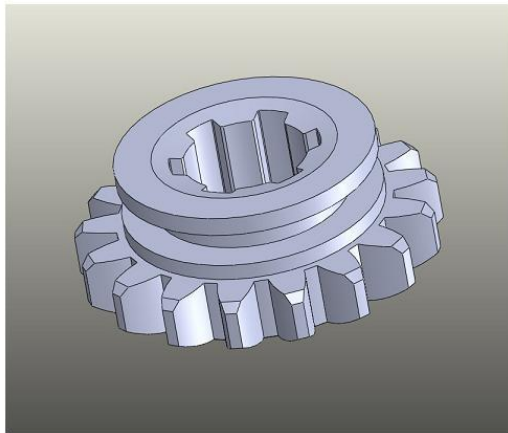
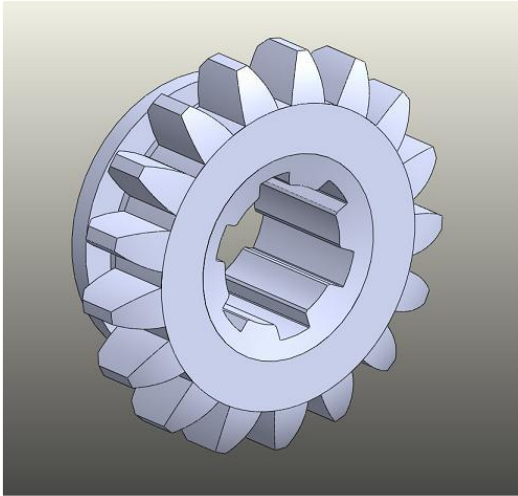
Модуль	<i>m</i>	3.5
Число зубів	<i>z</i>	17
Кут нахилу зубів	β	0
Вихідний контур	<i>x</i>	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміцнення вихідного контура		0
Ступінь точності за ГОСТ 1642-81		7-C
Дільний діаметр	<i>d</i>	59,5

1. Термообробка покращення HB 220...240
2. Зуби гартувати СВЧ HRC 48...52 на глибину 0,8...1,2 мм
3. Невказані граничні відхилення розмірів H14, h14, IT14/2

БР.ПМ-313.01.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разр.аб.	Ханенків Р.В.		
Пров.	ОниськоО.Р.		
Т.контр.	ОниськоО.Р.		
Н.контр.	ОниськоО.Р.		
Утв.	Панчук В.Г.		
Шестірня 07.17.01.209		Лит	Масса
		Масштаб 2:1	
Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71		Лист	Листов 1
Копировал		ФНТУНГ ПМ-22-1К Формат А3	

Тривимірні моделі деталі і заготовки- штамповки

Ханенків



Перв. примен.

Справа. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. или №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм. № подл.

Ханенків

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ханенків Р.В.		07.17.01.209			1:1
Пров.		Онисько О.Р.		та її заготовки			
Т.контр.		Онисько О.Р.			Лист	Листов	1
Н.контр.		Онисько О.Р.			Solid WORKS		
Утв.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ ПМ-22-1К		

Копировал

Формат А3

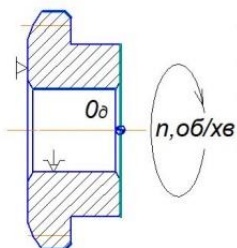
Карта налагодження для токарної операції з ЧПК

БР.ПМ-313.03.000КН

Карта налагодження обробки деталі "Шестерня" 07.17.01.209, операції 010, токарна з ЧПК

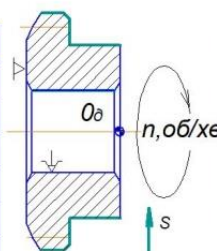
Координати опорних точок

№	x	y
1	45	26
2	25	26
3	9	26
4	9	32
5	45	26



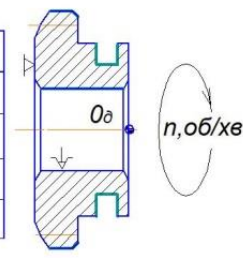
Координати опорних точок

№	x	y
1	45	29
2	24	29
3	24	12
4	31,4	12
5	33	10,4
6	33	4
7	45	29

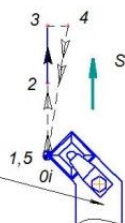


Координати опорних точок

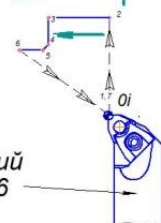
№	x	y
1	45	23
2	25	23
3	18	23
4	45	23



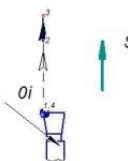
Різець підрізний
PCKN.2020.K12



Різець контурний
MWLN.2525 M06



Різець канавковий
R/F 151 22 25 25 30



Зміст операції	Обладнання	Пристрої	Вимірний інструмент	№ інструм	Інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	T ₀ , хв	T _{опт} , хв
1. підрізати торець пов. 1 Ø48мм	Токарний верстат з ЧПК Сотак 360x750	Оправа ГОСТ 31.1066.04-97	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.1 ГОСТ 166-80	T1	Різець підрізний PCKN.2020.K12	1,0	0,5	45	280	0,45	3,66
2.точити зовнішню поверхню 2,5 б по довжині L=25мм точити фаску 1,6x45°				T2	Різець контурний MWLN.2525 M06	1,6	0,5	70	350	1,5	3,66
3.точити канавку b=6.4мм, h=11.4мм				T3	Різець канавковий R/F 151 22 25 25 30	5,7	0,5	27	280	0,53	3,66

БР.ПМ-313.03.000КН

Вид	Лист	№ докум	Лист	Листів
Розроб.	Одесьької Р.			
Проект.	Одесьької Р.			
Т.контр.	Одесьької Р.			
Н.контр.	Одесьької Р.			
Утвр.	Панчук В.Г.			

Карта налагодження на операцію 010 токарну з ЧПК

Лист	Маса	Масштаб
1		1:1
Лист		Листів 1
ІФНТУНГ		ПМ-22-1К

Копіював

Формат А2

Перед. промен.

Справа №

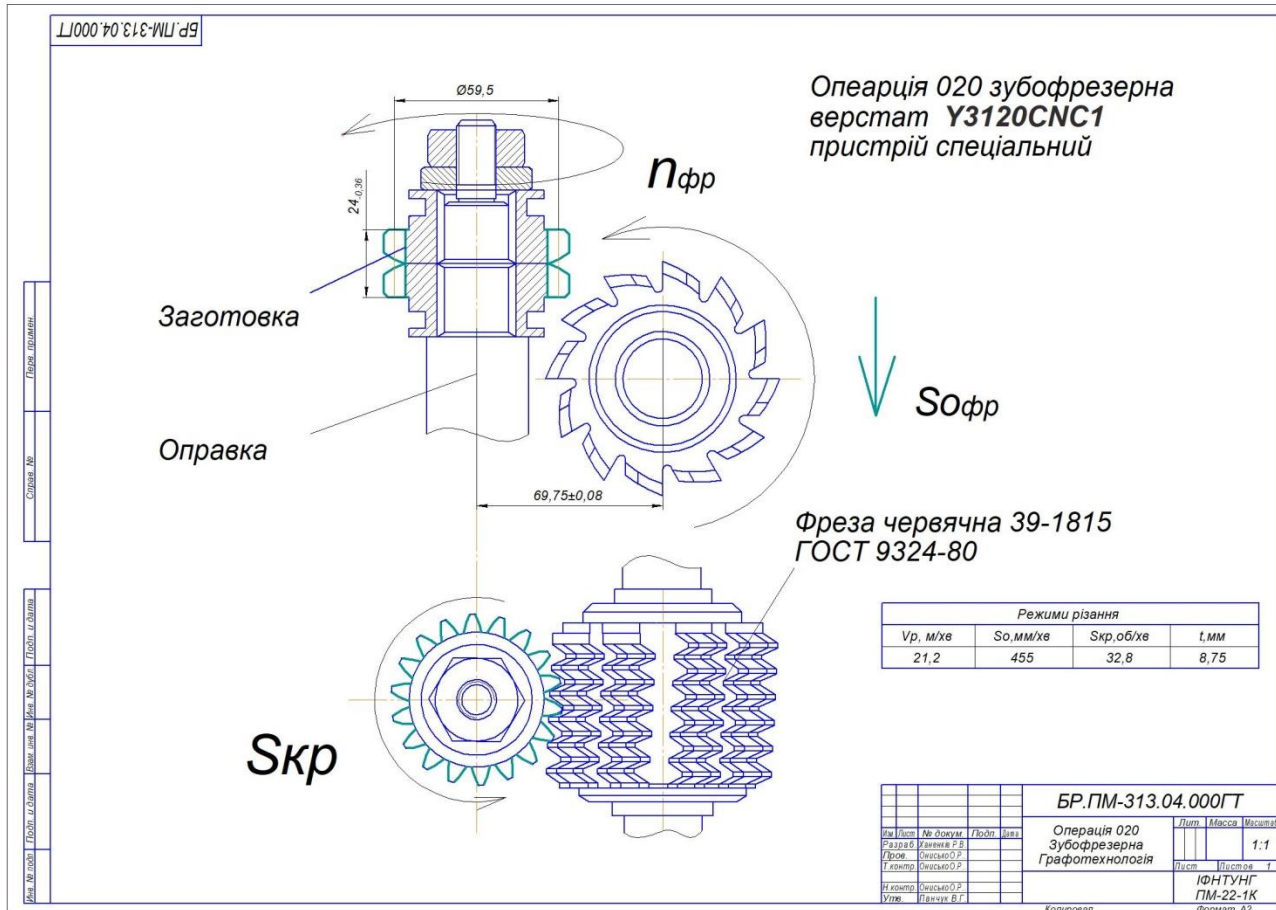
Площ. і дата

Взам. лиса №

Лист

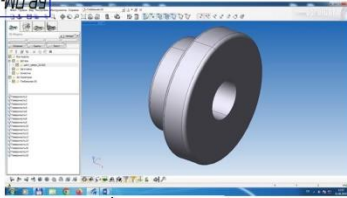
Листів

Графотехнологія зубофрезерної операції

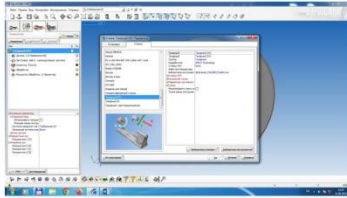


Застосування САПР ТП Sprut CAM для проектування токарної операції

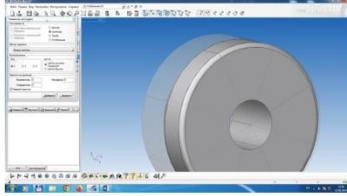
БР.ПМ-313.06.000.КТ



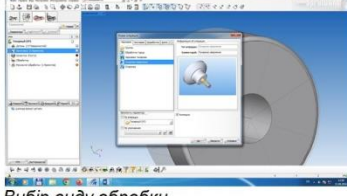
1 Модель головки, імпортована в програму Sprut CAM



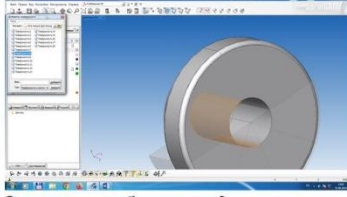
2 Вибір обладнання - токарний верстат з ЧПК



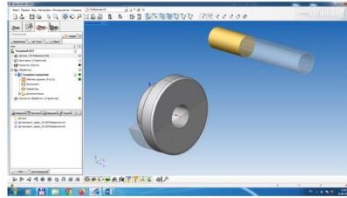
3 Вибір виду заготовки - циліндр навколо деталі



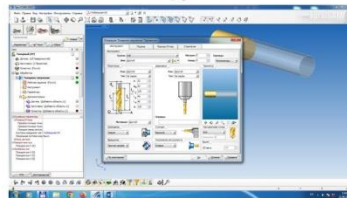
4 Вибір виду обробки - токарне свердління



5 Створення робочого завдання



6 Загальна диспозиція заготовки та інструмента



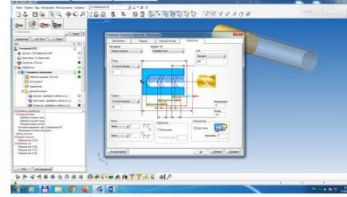
7 Призначення інструмента - спірального свердла



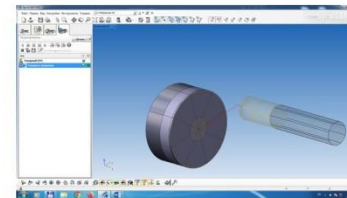
8 Призначення осьової подачі при обробці



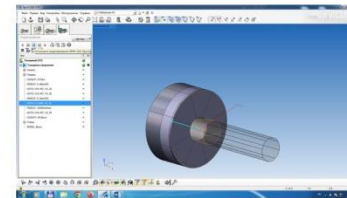
9 Задання способу підводу - відводу свердла



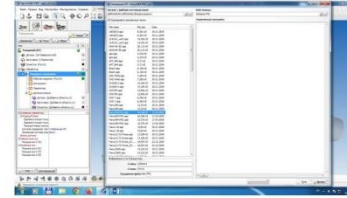
10 Обробка з відведенням стружки



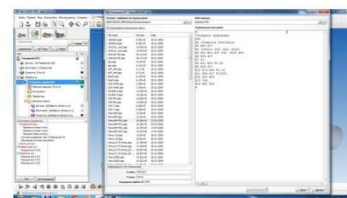
11 Імітація обробки перед початком робочого ходу інструмента



12 Кадр імітації обробки у момент завершення робочого ходу інструмента



13 Задання системи ЧПК - Fanuc OM FNC



14 Генерація програми обробки у вікні постпроцесора

Текст керуючої програми свердління чотирьох отворів у програмі SprutCAM 2007

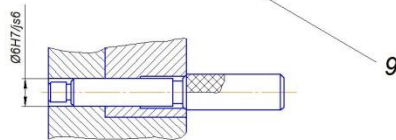
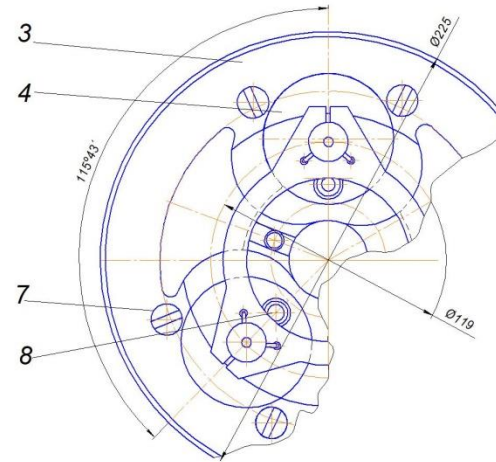
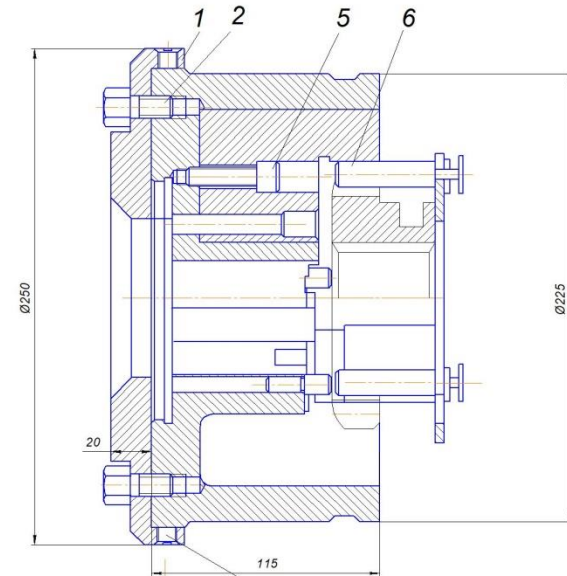
%
 (Токарное сверление)
 G90
 N2 (Tokarnoe sverlenie)
 N3 G54 G17
 N4 (Sverlo L45, D22, A120)
 N5 G00 X41.457 Y48. S300 M04
 N6 X34.457
 N7 Y0.
 N8 G01 M08 F0.48
 N9 X33.457
 N10 X-5.894 F0.16
 N11 X34.457 F10000.
 N12 G00 M09
 N13 Y48.
 N14 M30 M05
 %

Лист: 1 з 1
 Стр.: 1 з 1
 Дата: 10.10.2007 10:00:00

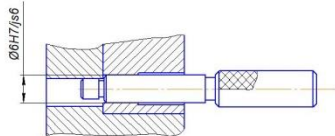
БР.ПМ-313.06.000.КТ					Лист	Масштаб	Вид
Ім'я	Пит	Мі	Формат	Дата	Автоматизоване проектування		
Розроб	Коректор	Р	Р	Р	автоматизованою системою з використанням		
Програ	Програ	Р	Р	Р	верстата з ЧПК при обробці		
Інструмент	Інструмент	Р	Р	Р	циліндром Ø17.01.008		
Н.контр.	Інструмент	Р	Р	Р	Лист	Масштаб	Вид
Ульт.	Інструмент	Р	Р	Р	Структура автоматизованого		
	Інструмент	Р	Р	Р	проектування операційної		
	Інструмент	Р	Р	Р	технології у Sprut CAM		
	Інструмент	Р	Р	Р	ІФНТУНГ		
	Інструмент	Р	Р	Р	ПМ-22-1К		
	Інструмент	Р	Р	Р	Формат А1		

Верстатний пристрій для шліфування посадочного отвору

БР.ПМ-313.06.000 СК



I-Положення встановленого пальця при шліфуванні;



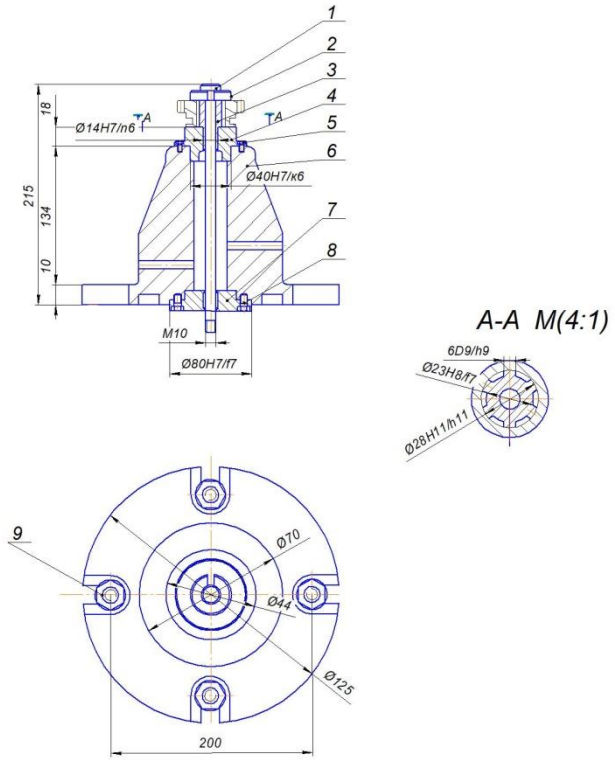
II-Положення встановленого пальця при налазці в робоче положення.

- 1.*Розміри для довідок.
- 2.*Обробку провести після складання.
- 3.Маркувати БР.ПМ.315.06.000 СК
- 4.Ролики із сталі У10А по твердості HRC 58-62
- 5.Пристрій встановлюється на верстаті 3А227АФ2

БР.ПМ-313.06.000 СК						Лист	Маса	Масштаб
Вид	Клас	Аб. Ассембл.	Габар.	Мас.	Мат.			
Розроб.	Викон.	Затверд.	Р.Ф.				40кг	1:1
Діагн.	Склад.	Склад.	Склад.	Склад.	Склад.			
Г.розроб.	Г.викон.	Г.затверд.	Г.Р.Ф.					
М.замовл.	Склад.	Склад.	Склад.	Склад.	Склад.			
Уклад.	Склад.	Склад.	Склад.	Склад.	Склад.			
Пристрій шліфувальний								
ІФНТУНГ								
ПМ-22-1К								
Копіював								
Формат А1								

Верстатний пристрій для фрезерування зубів шестерні

БР.ПМ-313.07.000 СК



1. *Розміри для довідок.*
2. *Обробку провести після складання.
3. Маркувати БР.ПМ-315.03.000 СК
4. Випробування провести при тиску 1,5 Рроб.
5. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заїдань

Листів: 1
Сторінок: 1
Всього: 1

					БР.ПМ-313.07.000 СК		
№	Поз.	№ докум.	Позов.	Ціна	Лист	Маса	Висота
Розроб	Іванчик Р.В.						1:2
Проєкт	Олександр С.Р.						
І констр	Олександр С.Р.						
Н констр	Олександр С.Р.						
Улітв	Павчук В.Г.						
					ІФНТУНГ ПМ-22-1К		
					Копіювання формат АЗ		