

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра технології машинобудування**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр ОХРИМЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
на тему: « Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі
«Насадка бічна »**

Виконав :
студент IV курсу, групи МТ-91

_____ Теран Гарсія Анді Самуель _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник:

_____ Професор, Воронцов Борис Сергійович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, піб)

_____ (підпис)

Рецензент:

_____ Доцент, Красновид Дмитро Олександрович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, піб)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП 0046. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	104	
3	A1	ДП 0046. 01.000 ТК		1	
4	A1	ДП 0046. 02.000 ТК		1	
5	A1	ДП 0046. 03.000 ТК		1	
6	A1	ДП 0046. 04.000 ТК		1	
7	A1	ДП 0046. 05.000 ТК		1	
8	A1	ДП 0046. 06.000 ТК		1	
9	A1	ДП 0046. 07.000 ТК		1	

				ДП 0046.00.000.00	
	ПІБ	Підп.	Дата		
Розробн	Теран			Лист	Листів
Керівн.	Воронцов			1	104
Консульт.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Технологія Машинобудування Гр. МТ-91	
Н/контр.	Красновид				
Зав.каф	Петраков				

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Навчально – науковий механіко-машинобудівний інститут

Кафедра технології машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр ОХРІМЕНКО

«___» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту**

Теран Гарсія Анді Самуель

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломного проєкту : Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Насадка бічна» _____

керівник проєкту: Воронцов Борис Сергійович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 23» травня 2023 р. № 49/23-сі

2. Термін подання студентом дипломного проєкту «09» червня 2023р.

3. Вихідні дані до проєкту :

1. Кресленик деталі «Насадка бічна».
2. Величина замовлення – 500 штук.
3. Техніко-економічні характеристики використовуваного обладнання.

4. Зміст пояснювальної записки, перелік завдань, які потрібно розробити

-
1. Віртуальне базування заготовок на верстатах з ЧПК.
 2. Розроблення креслеників деталі та заготовки.

3. Проектування маршрутного й операційного процесу виготовлення деталі.
4. Проектування складальних креслеників двох верстатних пристроїв.
5. Техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту, розрахунок собівартості деталі.
6. Заходи щодо забезпечення охорони праці, техніки безпеки.

5. Перелік графічно -ілюстративного матеріалу

1. Вирішення загальних питань машинобудування – 3 аркуші.
2. Кресленики деталі та заготовки – 1 аркуш.
3. Схеми технологічних переходів операцій – 2 аркуші.
4. Візуалізація технологічних переходів за допомогою САМ-системи – 1 аркуш.
5. Креслення пристроїв

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вирішення загальних питань машинобудування	31.12.2022 р.	
2	Розроблення креслень деталі та заготовки	01.04.2023 р.	
3	Проектування маршрутного та операційного процесів виготовлення деталі	15.04.2023 р.	
4	Проектування складальних креслень двох верстатних пристроїв	01.05.2023 р.	
5	Техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту, розрахунок собівартості деталі	15.05.2023 р.	
6	Наведення рекомендацій щодо забезпечення охорони праці, техніки безпеки	31.05.2023 р.	

Студент

Самуель ТЕРАН

Керівник проекту

Борис ВОРОНЦОВ

Анотація

Пояснювальна записка до дипломного проекту наукового ступеня бакалавра на тему «Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі « Насадка бічна » складається з 10 аркушів формату А4, містить в собі 30 ілюстрацій, 10 таблиці, 2 додатки (маршрутні та технологічні карти з ескізами, характеристики верстата). При написанні дипломного проекту було використано 24 літературних джерел, такі як технічна література, методичні вказівки до розрахунків, державні стандарти в галузі, наукові статті та публікації.

Графічна частина складається з 1 аркуша формату А4, 1 аркуша формату А3, 12 аркушів А1. На аркушах міститься кресленик деталі, кресленик заготовки, ескізи технологічних операцій 005, 010, 015 та 020 кресленик пристроїв верстатних, кресленик з прикладом коду для ЧПК оброблення технологічних операцій 005, 010, 015 та 020 ілюстрації до науково-дослідницької частини.

В дипломному проекті:

- Дослідження впливу термічних факторів на процес різання металів.
- Розглянуто конструктивне призначення кришки гідроциліндра.
- Розроблено 3D модель деталі та заготовки.
- Оформлено кресленики деталі та заготовки.
- Наведено характеристики матеріалу.
- Розглянуто технологічність деталі та внесено зміну до конструкції деталі.
- Наведено схеми базування для обробки.
- Розроблено маршрутні, операційні карти з ескізами.
- Розраховано припуски на обробку аналітичним та за стандартами шляхами.
- Розраховано режими різання для всіх операційних переходів.
- Наведено нормування всіх операцій та допоміжного часу.
- Розраховано силу затиску в патроні.
- Розраховано похибку базування в патроні.
- Перевірено відповідність характеристик патрону до вимог сил затиску на даній операції.
- Розраховано собівартість виготовлення деталі.

Зміст

Вступ.....	9
1. Технологічний розділ.....	11
1.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі	11
1.1.1 Аналіз конструктивних особливостей деталі та її класифікація	11
1.2 Визначення типу та форми організації виробництва.....	13
1.3 Відпрацювання конструкції деталі на технологічність	15
1.3.1 Якісна оцінка технологічності конструкції	15
1.3.2 Кількісна характеристика технологічності конструкції деталі.....	16
1.4 Вибір типового ТП та типових схем обробки поверхонь	17
1.5 Вибір технологічних баз.....	18
1.6 Проектування операційного технологічного процесу	19
1.7 Проектування змісту технологічних операцій.....	22
1.8 Визначення припусків на механічну обробку.....	29
1.8.1. Розрахунково-аналітичним методом	29
1.8.2. Табличним методом.....	32
1.9 Розрахунки режимів різання.....	35
1.9.1 Розрахунки режимів різання аналітичним методом на обробку поверхні Ø50H7.....	35
1.10 Визначення норм часу	38
2. Конструкторський розділ	42
2.1. Основа для розробки.....	42
2.2. Службове призначення і схема установки заготовки.....	43
2.3. Технічні вимоги.....	44
3. Вибір установочних елементів	46
3.1 Розрахунок похибки базування.....	46
3.2 Розрахунок сили затиску.....	46
4. Технологія виготовлення	50
4.1 Використання стійких і жорстких основ для закріплення заготовки під час обробки...63	
4.2 Використання високоточного обладнання з мінімальною вібрацією	64

4.3 Використання спеціальних інструментів та режимів обробки	66
4.4. Використання спеціальних матеріалів для конструкції корпусу редуктора.....	67
4.5. Висновки.....	69
5. Економічний Розділ	70
5.1 Розрахунок собівартості деталі	70
5.1.1 Сировина та матеріали	70
5.1.2 Зворотні відходи	70
5.1.3 Паливо та енергія на технологічні цілі	70
5.1.4 Основна заробітна плата	71
5.1.5 Додаткова заробітна плата.....	72
5.1.6 Нарахування на заробітну плату	73
5.1.7 Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	73
5.1.8 Відшкодування зносу інструментів, витрати на верстатні пристрої	74
5.1.9 Загальновиробничі витрати	76
5.1.10 Загальногосподарські витрати	76
5.1.11 Інші виробничі витрати	76
5.1.12 Позавиробничі витрати	76
5.2 Висновок	77
6. Охорона Праці	78
6.1 Основні вимоги та заходи безпеки при роботі верстатного обладнання	78
6.1.1 Основи охорони праці	78
6.1.2 Інструкції та основи по охороні праці	78
6.1.3 Інструктаж відповідно до положень про охорону праці	78
6.1.4 Перевірка знань по охороні праці	79
6.1.5 Медичний огляд	79
6.1.6 Засоби захисту	80
6.1.7 Перевірка робочого простору	80
6.1.8 Обов'язкове страхування та нещасні випадки	80

6.2 Вимоги по експлуатації верстатних пристроїв	81
6.3 Висновок.....	81
7. Література.....	82
Додатки	85
1 Маршрутний технологічний процес.....	86
2 G код для корпусу редуктора в CAD програмі (SolidWorks/Mastercam).....	88

ВСТУП

Однією з основних галузей промисловості України є машинобудування. Машинобудування визначає технічний прогрес країни і суттєво впливає на створення її матеріально-технічної бази.

Технологія машинобудування – наука про виготовлення машин необхідної якості, кількості, що встановлена виробничою програмою та в задані строки із найменшими затратами. У технології машинобудування існують дві головні проблеми: проблема якості виготовленої продукції та проблема продуктивності праці. Кожна з цих проблем включає в себе ряд інших, більш вузьких та конкретних проблем, наприклад, надійність та довговічність, геометрична та функціональна взаємозамінність, технологічність, автоматизація технологічних процесів і функцій управління в усіх видах виробництва і, врешті, проблема максимального збільшення ефективності науково-дослідних робіт.

Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, його розвиток повинен здійснюватися насамперед в результаті удосконалення технології. Слід зазначити, що проектування раціональних і оптимальних технологічних процесів включає розв'язання великого комплексу взаємопов'язаних задач по забезпеченню встановлених технологічними вимогами параметрів точності виробів і заданого рівня економічних показників виробництва. Також важливим чинником розвитку виробництва в машинобудуванні є технічне переозброєння та модернізація засобів виробництва на базі застосування новітніх досягнень науки та техніки: впровадження прогресивних методів оброблення, застосування високопродуктивних верстатів з ЧПК та промислових роботів, новітніх матеріалів, високопродуктивного ріжучого інструменту, які дозволяють використовувати енергозберігаючі та матеріалозберігаючі технології.

У цьому курсовому проекті розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Насадка бічна»

Мета курсового проекту – одержати практичні навички при розв'язанні задач, що виникають у зв'язку з розробкою технологічних процесів виготовлення деталей та проектувати технологічні оснастки.

Під час виконання курсового проекту виконуються такі завдання:

- самостійна розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Насадка бічна» при заданій програмі випуску;
- вибір методу виготовлення заготовок та їх технічне обґрунтування;
- призначення послідовності виконання операцій;
- вибір устаткування та інструмента для досягнення потрібної якості виготовлення деталей при заданій продуктивності.

У даному проекті описані порядок та всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Насадка бічна».

1. Технологічний розділ

1. 1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі

1.1.1 Аналіз конструктивних особливостей деталі та її класифікація

Деталь "Насадка бічна" відноситься до класу корпусних деталей.

Корпусні деталі – найважливіші складові будь-якого технічного пристрою. Вони є базовими елементами, на які монтуються окремі складальні одиниці та деталі. Корпуси забезпечують необхідну точність відносного положення деталей та механізмів, як у статичному стані, так і під час експлуатації.

Відсутність кресленика складальної одиниці, у яку входить деталь «насадка бічна», не дає можливість точно визначити призначення кожного елементу конструкції.

Деталь "Насадка бічна" є базовою деталлю у вузлі, що є опорою відкритих валів шківів або зубчастих колес, що несуть у свою чергу.

Отвори $\varnothing 40H7$ і $\varnothing 50H9$ ймовірно встановлюються осі, різьбові отвори служать для закріплення за допомогою клеми осі в отворі $\varnothing 50H9$. При виготовленні насадки необхідно приділити увагу виготовлення таких точних поверхонь, як:

- Внутрішні циліндричні поверхні $\varnothing 40H7$ і $\varnothing 50H9$, пов'язані малими допусками (65 ± 0.05 м) з базовою площиною А.

Насадка виготовлена з легованої сталі 40Х.

Конструкційну леговану сталь марки 40Х використовують при виробництві деталей підвищеної міцності (осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправлення, рейки, губчаті вінці, болти, півосі, втулки та інші). Також хромисту сталь 40Х застосовують при виготовленні виробів куванням, холодним і гарячим штампуванням, сталевий прокат використовується при виробництві труб, ємностей та іншої продукції.

Продукція зі сталі 40Х виготовляється відповідно до вимог стандартів ДСТУ 7806 і ГОСТ 4543.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 40Х.

C	Si	Mn	NI	Cr	Cu	P	S
0.36-0.44	0.17-0.37	0.5-0.8	≤0.3	0.8-1.1	≤0.3	≤0.035	≤0.035

Таблиця 1.2 - Механічні властивості Сталі 40Х

Термічна обробка	Межа плинності, (МПа)	Тимчасовий опір, (МПа)	Мінімальне відносне подовження, %	Відносне звуження, %
Загартування від 860°C в маслі, відпуск при 500°C	≥785	≥980	≥10	≥45

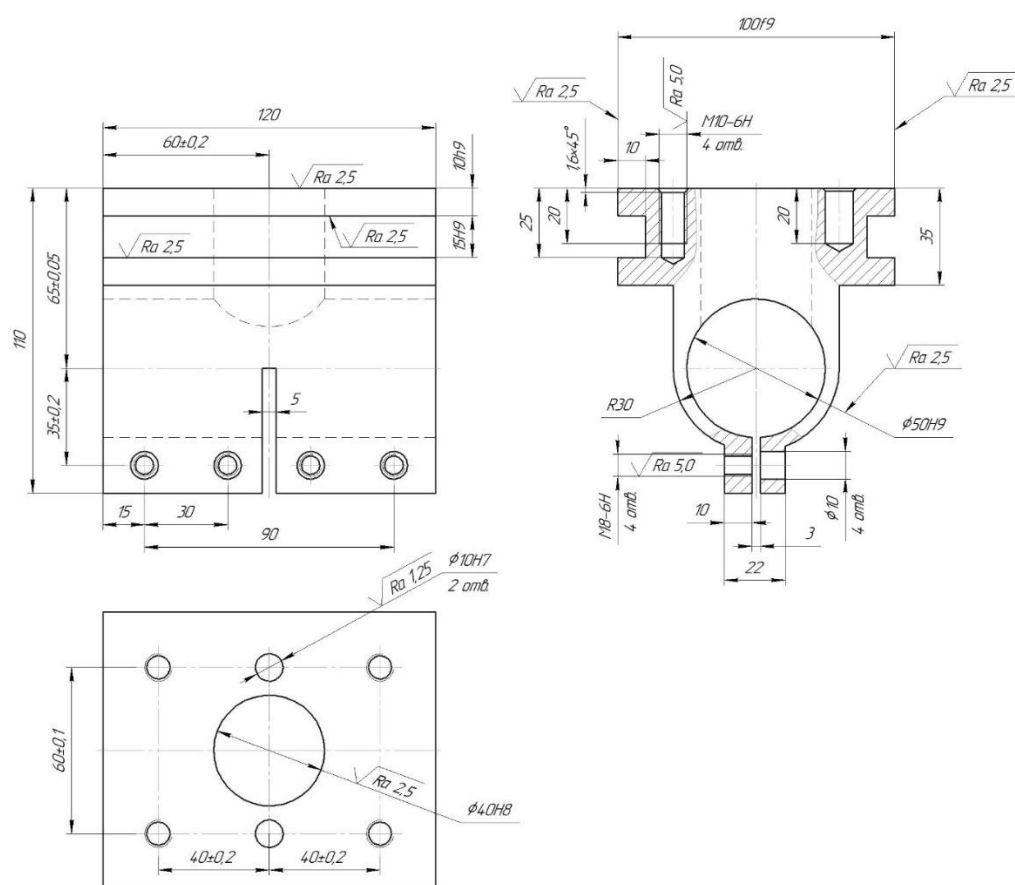


Рис. 1.1 – Креслення насадки бічної

1.2. Визначення типу та форми організації виробництва

Відповідно до заданої річної програмою випуску деталей (5000 прим), і навіть у результаті аналізу конфігурації деталі та її габаритів, можна зробити висновок, що орієнтовне виробництво виготовлення насадки бічної – середньосерийне. Доказом служать дані табл. 1.1.

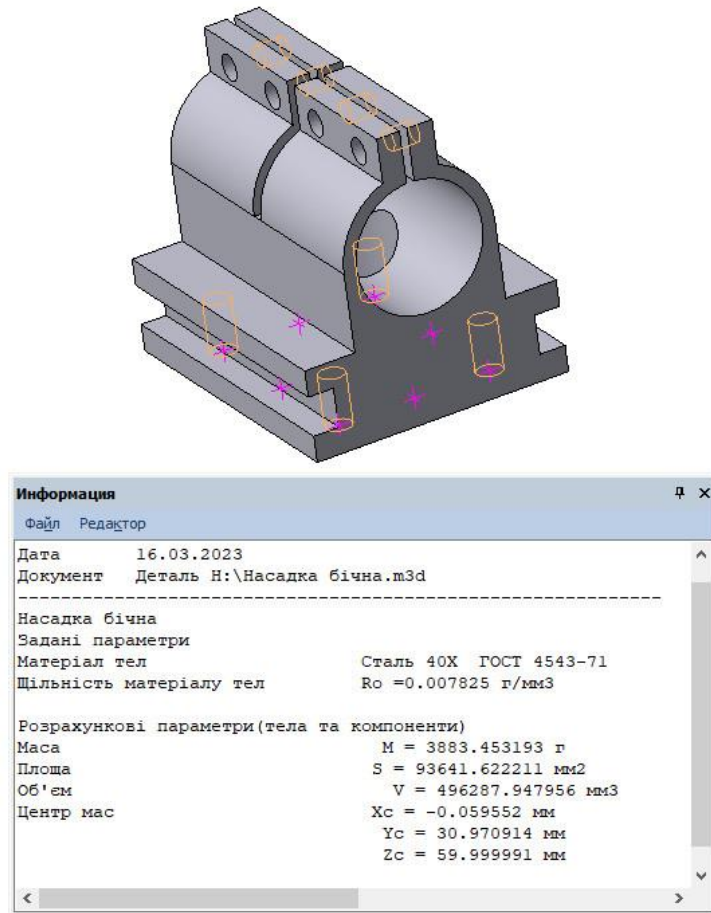


Рис. 1.2 – Визначення маси деталі за допомогою програми
Компас 3-Д

Таблиця 1.1 - Залежність типу виробництва від обсягу випуску та маси деталі

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	Одиничне	Дрібно- серійне	Середньо- серійне	Велико- серійне	Масове
6...20	До 10	10...500	500...35000	35000... 75000	Св. 75000

Для середньосерійного виробництва раціональна непоточна форма організації виробництва. Виробничу ділянку організують за принципом обробки конструктивно подібних деталей (дільниця корпусних деталей). На ділянці використовують універсальне та спеціалізоване обладнання, розставлене у порядку виконання операцій.

Розмір партії деталей можна визначити за такою формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{F}; \quad (1.1.)$$

де N – річна програма випуску деталей;

t – кількість днів, який необхідно мати запас деталей;

F – кількість робочих днів на рік.

Підставивши у формулу (1.1.) значення, отримаємо:

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{245} = 100 \text{ шт}$$

Отже, для зазначених вище типів виробництва, приймаємо середньосерійний тип виробництва. Для такого типу виробництва встановлено $K_{зо}$ в межах 10...20. Приймаємо $K_{зо} = 11$.

Висновок: Тип виробництва – середньосерійний, тому виконувати всі подальші розрахунки та приймати технологічні рішення для середньосерійного типу виробництва з $K_{зо} = 11$.

1.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність необхідно виконувати відповідно до ЄСТПВ. Загальні правила забезпечення технологічності конструкції виробу визначаються відповідно до стандарту ГОСТ 14.201-83, а правила вибору показників технологічності конструкції виробу відповідно до стандарту ГОСТ 14.202-73. Цей стандарт передбачає два види оцінки технологічності: якісну та кількісну.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції виробу узагальнено, спираючись на виробничий досвід виконавця.

Кількісна оцінка технологічності конструкції виробу передбачає визначення показників, чисельне значення яких характеризує ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

1.3.1. Якісна оцінка технологічності конструкції.

Аналіз технологічності конструкції насадки дозволяє зробити наступні висновки:

- конструкція відрізняється високою жорсткістю та допускає високі режими різання та широке використання наборів фрез;

Конструкція насадки забезпечує вільний доступ різального та вимірювального інструменту до обробних поверхонь.

Усі оброблювані поверхні та отвори, або паралельні, або розташовані під прямим кутом один до одного;

Більшість поверхонь та отворів можна обробити стандартним інструментом.

Загалом конструкція насадки технологічна.

1.3.2. Кількісна характеристика технологічності конструкції деталі.

Визначимо кількісні характеристики технологічності, які характеризують технічні характеристики конструкції деталі.

1.3.2.1. Коефіцієнт технологічності конструкції з використання матеріалу заготівлі визначимо за формулою:

$$K_{BM} = \frac{M_D}{M_3} \geq 0,7$$

де M_D – маса деталі, кг; $M_D=3,5$ кг ; M_3 – маса заготовки,
 $M_3= 4,5$ кг.

Тоді: $K_{BM} = \frac{3,5}{4,5} = 0,77$

Метод виготовлення заготовок вважається технологічним, оскільки виконується попереднє співвідношення.

1.3.2.2. Коефіцієнт технологічності конструкції та точності розмірів поверхонь K_{TO} визначимо за формулою:

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \geq [K_{TO}] = 0,8 \quad ,$$

де, $A_{cp} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i}$ - середній клас точності обробки виробу; n_i - число

розмірів відповідного класу точності; T – клас точності обробки.

$$A_{cp} = \frac{7 \cdot 10 + 9 \cdot 7 + 14 \cdot 13}{30} = 10,5.$$

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{10,5} = 0,905 > [K_{TO}] = 0,8$$

Отже, за цим показником технологічна деталь.

1.3.2.3. Коефіцієнт технологічності конструкції з шорсткості поверхонь

$$K_w = 1 - \frac{1}{B_{cp}} \geq [K_w] = 0,32 \quad ,$$

$K_{ш}$ визначимо за формулою:

$$\text{де } B_{cp} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} -$$

- середній параметр шорсткості поверхні виробу; B - параметр шорсткості поверхні; n_i – число поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{1,25 \cdot 2 + 2,5 \cdot 8 + 5 \cdot 8 + 10 \cdot 12}{30} = 6,08$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{6,08} = 0,83 \geq [K_{ш}] = 0,32$$

Висновок : Як показали кількісні показники технологічності, деталь є цілком технологічною.

1.4. Вибір типового ТП та типових схем обробки поверхонь

Оскільки деталь "Насадка бічна" відноситься до класу корпусних деталей, то типовий технологічний процес складається з наступних етапів:

- обробка значної за розмірами площини та 2 отворів на цій площині, що служить надалі чистовою технологічною базою;
- Чорнова та чистова обробка значних за розмірами площин фрезеруванням;
- чорнове та чистове розточування (свердління, зенкерування) основних отворів корпусної деталі;
- свердління, нарізування різьблення, зенкерування, розгортання дрібних отворів з різних сторін заготовки.

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності та шорсткості) оброблюваних поверхонь та типового технологічного процесу підбираємо типові схеми їх обробки:

Площини А, Б, В, Г, паз 15 - чорнове та чистове фрезерування;

Ø40Н9 і Ø50Н9 – розточування чорнове, чистове та тонке;

відп. М8-7Н і М10-7Н - центрування, свердління, різьбонарізування.

1.5. Вибір технологічних баз.

Якість виготовлення деталі великою мірою залежить від правильного вибору технологічних баз, оскільки неправильний вибір зміщує положення заготовки щодо інструменту, призводить до похибок обробленої поверхні, створює нерівномірність припусків на обробку і може бути причиною шлюбу. Для підвищення точності обробки на операціях технологічного процесу важливим є поєднання основних конструкторських баз (ОКБ) із загальними технологічними базами (ОТБ), тому після класифікації поверхонь деталі перевіримо можливість такого поєднання.

ОТБ є постійний комплект баз заготівлі, застосування якого для більшості технологічних операцій дає можливість виконати обробку більшості поверхонь деталі.

Схема базування з ОТБ наведено на рис. 1.3.

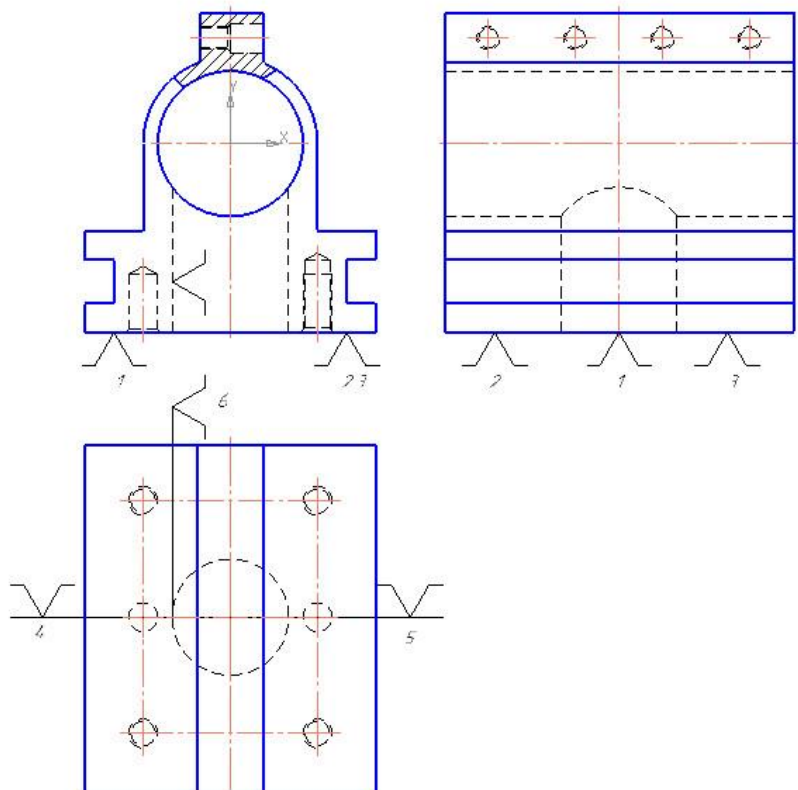


Рис. 1.3 - Схема базування з ОТБ.

Для того щоб обробити ОТБ, за допомогою яких ми будемо базувати точно деталь, розглянемо всі можливі варіанти технологічних баз (ТБ) для обробки ОТБ (рис. 1.4).

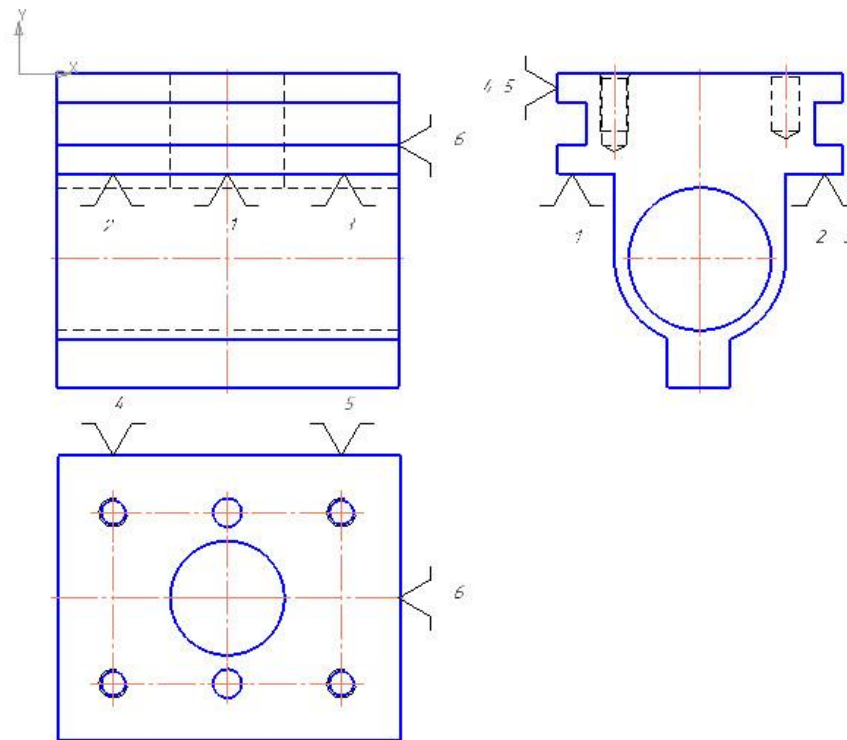


Рис. 1.4 - Вибір ТВ для обробки ОТБ.

Висновок: Для обробки ОТБ приймаємо закріплення заготовлі, що показано на рис. 1.4.

1.6. Проектування послідовностей обробки поверхонь деталі

Конструкцію будь-якої деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, до поверхонь яких, згідно з робочим кресленням, висунуто певні вимоги щодо параметрів точності та якості. Практикою машинобудівного виробництва накопичено досвід ефективної обробки таких поверхонь з досягненням необхідної точності розмірів та параметрів якості поверхонь.

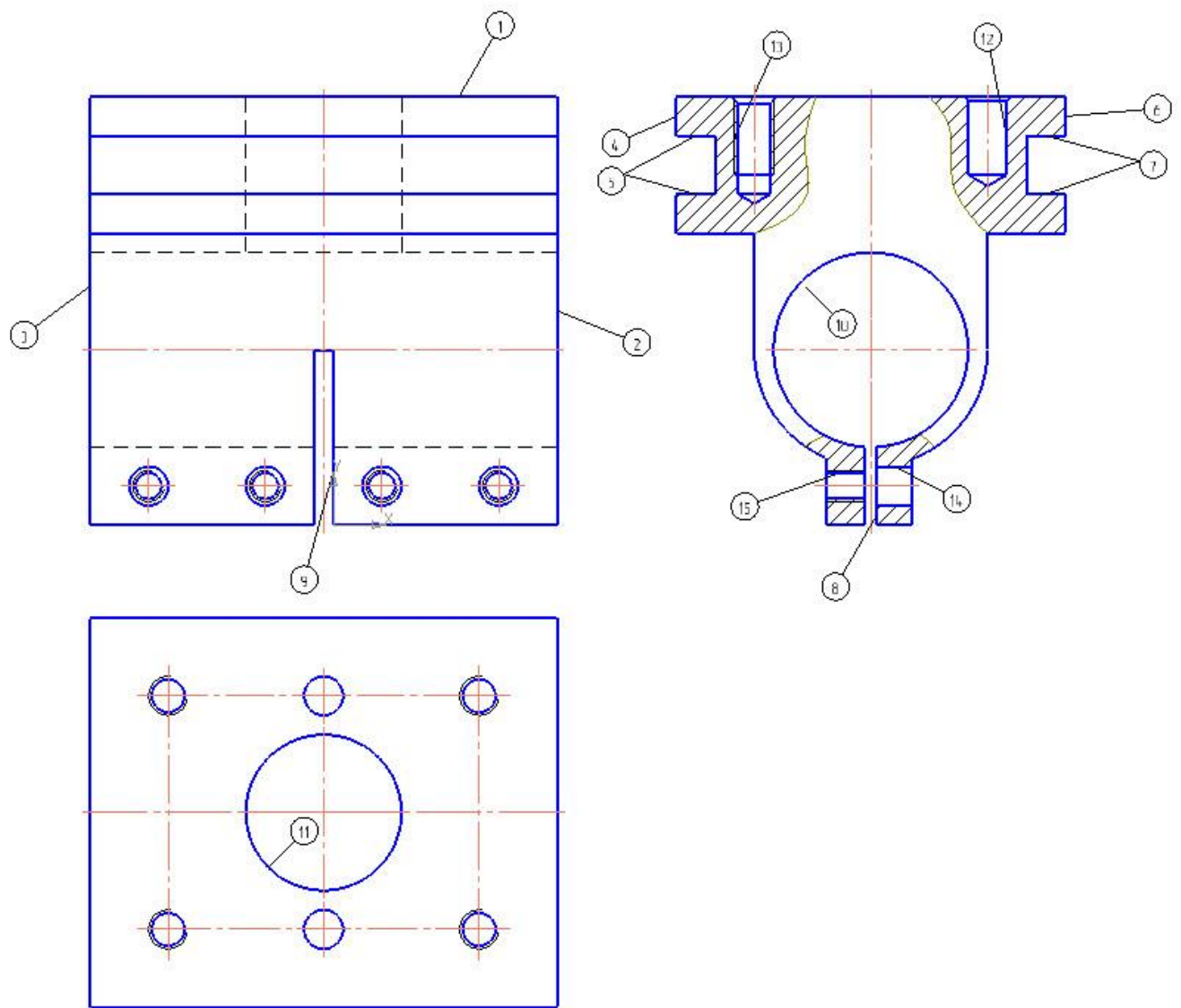


Рис. 1.5 - Ескіз деталі та нумерація поверхонь.

Таблиця 1.2 - Типові технологічні послідовності обробки поверхонь деталі
“Насадка бічна” та відповідні характеристики якості та точності

№	Характеристики якості поверхонь за кресленням		Технологічна послідовність обробки	Характеристики якості поверхонь після обробки	
	Точність розмірів ІТ	Параметр шорсткості R_a , мкм		Точність розмірів ІТ	Параметр шероховатості R_a , мкм
1	2	3	4	5	6
1	9	2.5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
2	9	2.5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
3	9	2.5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
4	9	2.5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
5	9	2.5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
6	9	2.5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
7	9	2.5	Фрезерування: 1. . попереднє (чорнове) 2. завершальне (напівчистове)	12 9	10 2.5
8	14	10	Фрезерування однократне	12	10
9	14	10	Фрезерування однократне	12	10
10	9	2.5	Розточування: 1. чорнове 2. чистове 3. тонке	12 10 9	10 5 2.5
11	9	2.5	Розточування: 1. чорнове 2. чистове 3. тонке	12 10 9	10 5 2.5
12	7	1.25	Свердлення Зенкерування Розгортання попереднє Розгортання завершальне	12 11 9 7	20 10 5 1,25

14	14	10	Свердлення	12	5
15	7	5	Центрування	12	10
			Свердлення	12	10
			Нарізання різі мітчиком	7	5

Висновок: Розроблено основні варіанти типових послідовностей обробки поверхонь.

1.7. Проектування змісту технологічних операцій.

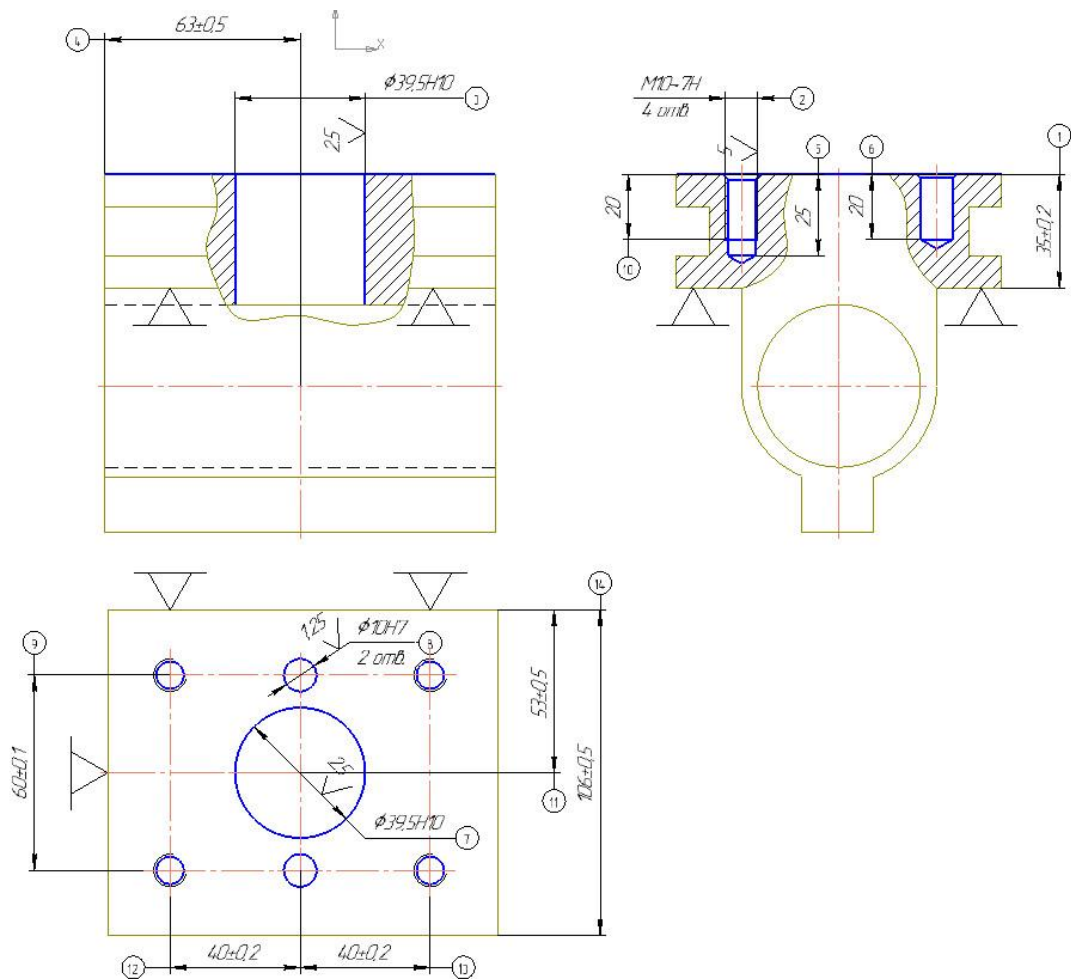
Проектування змісту технологічних операцій передбачає розробку технологічного ескізу із умовним зображенням теоретичної схеми базування.

Технологічний процес виготовлення деталі можна розділити на 4 етапи: чернова обробка, напівчистова, чистова та завершальна. Залежно від вимог щодо точності та якості окремих поверхонь деталі призначається відповідна обробка. Метою проектування змісту технологічних операцій є визначення послідовності обробки певної поверхні деталі.

Зміст технологічних операцій для деталі "Насадка бічна" наведено нижче.

Операція 005 Вертикально-фрезерно-розточувальна.

Обладнання: Haas VF-2TR



Встановити, закріпити, зняти.

005.1 Фрезерувати начорно і начисто базову площину А, витримавши розмір 1,

005.2 Центрувати, свердлити та розгорнути 2 відп. $\phi 10H7$, витримавши розміри 2,6

005.3 Центрувати, свердлити та нарізати різьблення M10-7H, витримавши розміри 2,6

005.4 Розточити відп. начорно та начисто, витримавши розмір $\phi 39.5H10$.

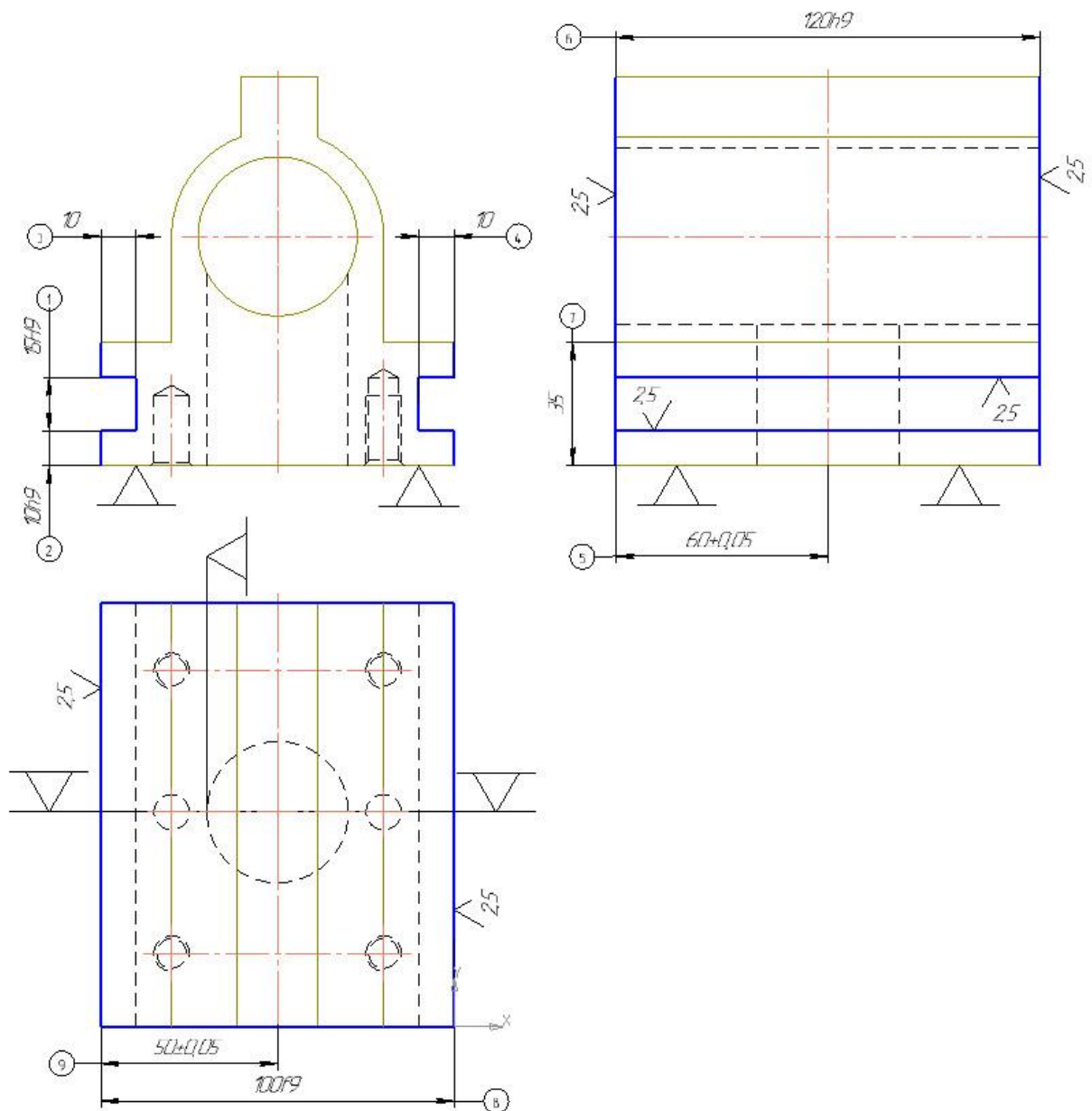
Настановна база – необроблена площина, протилежна оброблюваній.

Напрямна база - необроблена площина, перпендикулярна площині А;

Опорна база - 3 площина перпендикулярна площині А;

Операція 010 Горизонтально-фрезерна.

Обладнання: Haas EC-400.



Встановити, закріпити, зняти.

010.1 Фрезерувати площину начорно та начисто, витримавши розмір 5,
Повернути заготовку на 90°.

010.2 Фрезерувати площину начорно та начисто, витримавши розмір 9.

010.3 Фрезерувати паз начорно та начисто, витримавши розміри 1,2,3.

Повернути заготовку на 90°.

010.4 Фрезерувати площину начорно та начисто, витримавши розмір 6,
Повернути заготовку на 90°.

010.5 Фрезерувати площину начорно та начисто, витримавши розмір 9.

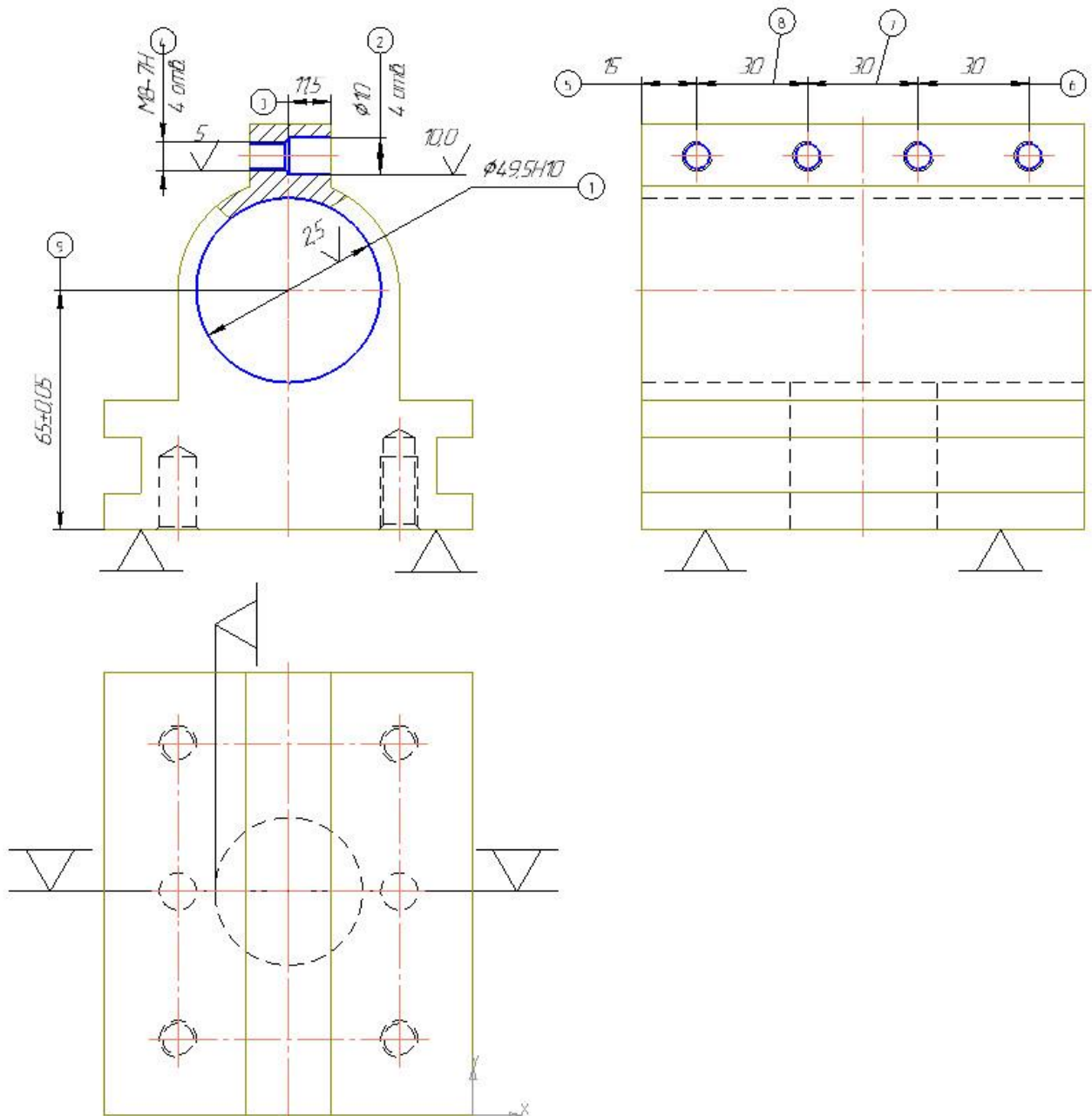
010.6 Фрезерувати паз начорно та начисто, витримавши розміри 1,2,4.

Установча база – оброблена площина А,

Напрямна та опорна база – 2 відп. Ø10Н9.

Операція 015 Горизонтально-розточна.

Обладнання: Haas EC-400.



Встановити, закріпити, зняти.

015.1 Розточити відп. начорно та начисто, витримавши розміри 9, Ø49.5H10.

Повернути заготовку на 90°.

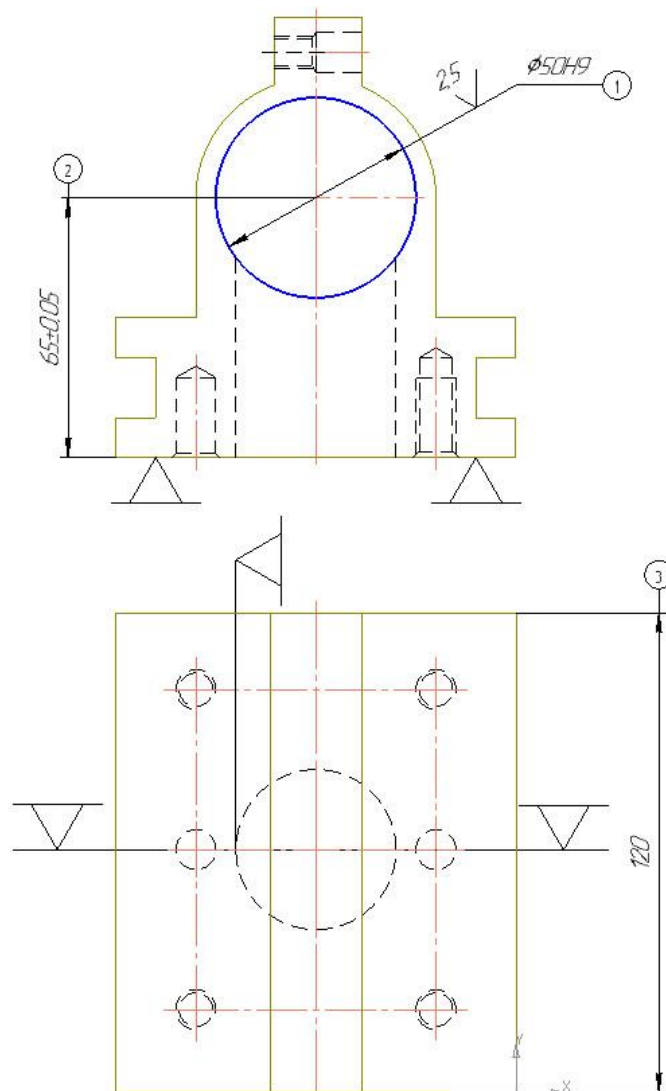
- 015.2 Центрувати 4 відп. Ø4, витримавши розміри 5,6,7,8,
 015.3 Свердлити 4 відп. Ø6.7 на прохід, витримавши розміри 5,6,7,8,
 015.4 Свердлити 4 відп. Ø10 витримавши розміри 3,5,6,7,8,
 015.5 Нарізати різьблення М8-7Н в 4 відп. Ø6.7, витримавши розміри 5,6,7,8,

Установча база – оброблена площина А,

Напрямна та опорна база – 2 відп. Ø10Н9.

Операція 020 Горизонтально-розточна.

Обладнання: Haas EC-400.



Встановити, закріпити, зняти.

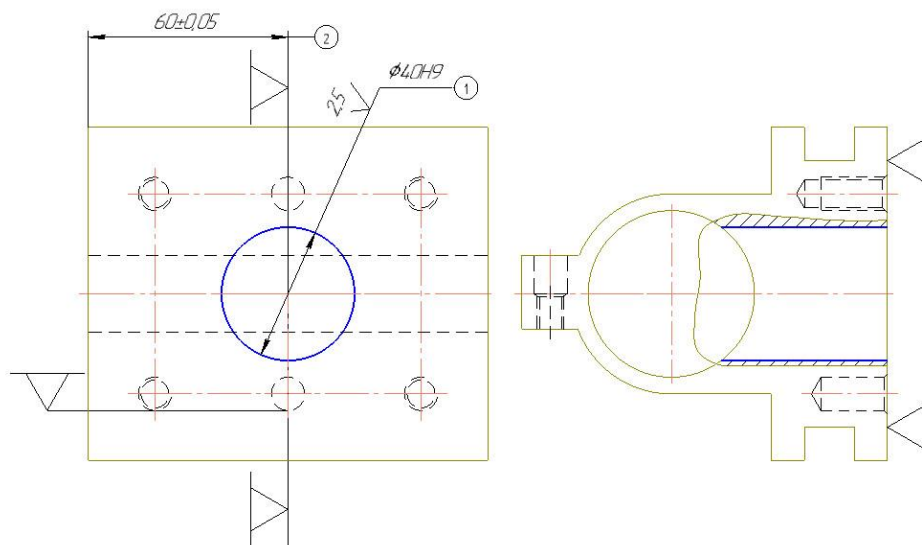
020.1 Розточити отв, витримавши розміри 1, 2.

Установча база – оброблена площина А,

Напрямна та опорна база – 2 відп. Ø10H9.

Операція 025 Горизонтально-розточувальна.

Обладнання: 2Р615.



Встановити, закріпити, зняти.

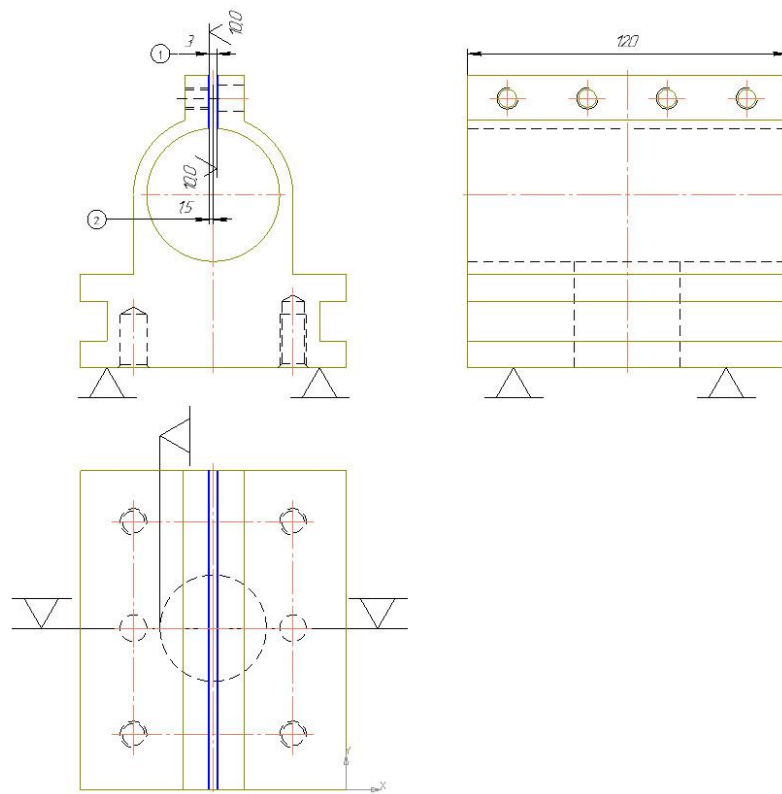
025.1 Розточити відп., Витримавши розміри 1, 2.

Установча база – оброблена площина А,

Напрямна та опорна база – 2 відп. Ø10H9.

Операція 030 Горизонтально-фрезерна.

Обладнання: 6Р83.



Встановити, закріпити, зняти.

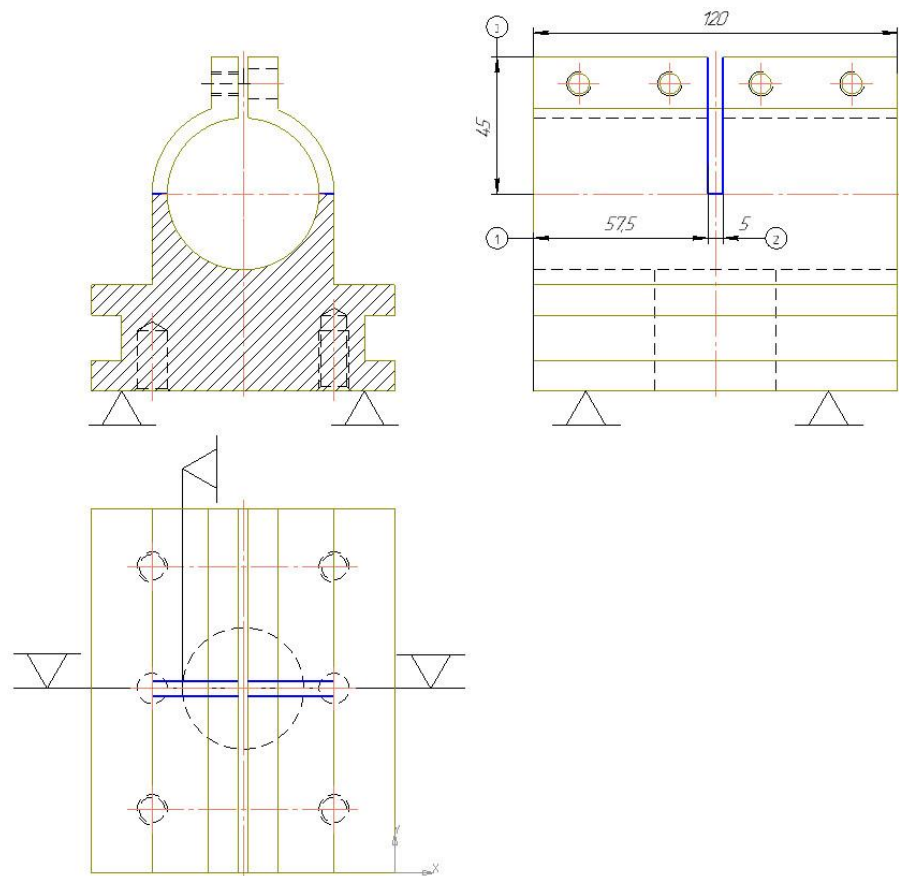
030.1 Фрезерувати паз, витримавши розміри 1, 2.

Установча база – оброблена площина А,

Напрямна та опорна база – 2 відп. Ø10Н9.

Операція 035 Горизонтально-фрезерна.

Обладнання: 6Р83.



Встановити, закріпити, зняти.

035.1 Фрезерувати паз, витримавши розміри 1, 2, 3.

Установча база – оброблена площина А,

Напрямна та опорна база – 2 відп. Ø10Н9.

1.8. Визначення припусків на механічну обробку

1.8.1 Розрахунково-аналітичним методом

Необхідно розрахувати припуск на обробку Ø50Н9.

Технологічний процес обробки включає 3 переходи:

- Чорнове розточування Н12, $R_a = 20$ мкм,
- чистове розточування Н10, $R_a = 5$ мкм,
- тонке розточування Н9, $R_a = 1.25$ мкм.

Розрахунок припусків ведемо у вигляді таблиці, у якому послідовно записується технологічний маршрут обробки і всі значення елементів припусків.

Для поковок, одержуваних штампуванням на КГШП, точність та якість поверхонь :

$$Rz+h=160+200=360\text{мкм} \text{ (1, том 1, стр.182),}$$

якість поверхонь після механічної обробки:

- для чорнового розточування: $Rz=50\text{мкм}$, $h=50\text{мкм}$ (1, том 1, стр.183),

- для чистового розточування : $Rz=25\text{мкм}$, $h=25\text{мкм}$ (1, том 1, стр.183),

- для тонкого розточування: $Rz=5\text{мкм}$, $h=5\text{мкм}$ (1, том 1, стр.183).

Мінімальний припуск на обробку визначаємо по формулі:

$$2Z_i^{\min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \Sigma_i^2})$$

Сумарне просторове відхилення розташування поверхонь із закріпленням заготівлі в три кулачковому патроні визначаємо по формулі::

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2},$$

где: $\Delta_{кор}$ - відхилення осі деталі від прямолінійності;(1, том.1, с.186),

$$\Delta_{кор} = \Delta_k \cdot L = 2 \cdot 120 = 240\text{мкм}, \quad \Delta_k = 2\text{мкм/мм} \text{ (1, том.1, стр.183),}$$

$\Delta_{зс}$ - відхилення зсуву осі отвору. (1, том. 1, стр. 186),

$$\Delta_{зс} = \Delta_{п} \cdot D, \quad \Delta_{п} = 1\text{мкм/мм} - \text{питомий перекося отвору (1, том.1, стр. 183),}$$

$$\Delta_{зм} = 1 \cdot 50 = 50\text{мкм}$$

$$\Delta_{EO} = \sqrt{240^2 + 50^2} = 245 \text{ мкм.}$$

Сумарні й просторові відхилення після обробки визначаємо по формулі:

$$\Delta_{Ei} = K_y \cdot \Delta_{EO},$$

где: K_y - коефіцієнт уточнення:

Для чорнового точіння: $K_y = 0,06$;

$$\Delta_{E1} = 0,06 \cdot 245 = 15 \text{ мкм.}$$

Визначаємо погрішність установки по формулі:

$$E_i = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_z^2 + E_n^2},$$

где, $E_{\sigma} = 0$ похібка базування при встановленні в пристосуванні.

E_3 - похибка кріплення при встановці заготовлі в пристосуванні: $E_3 = 0$ мкм,

E_n - похибка положення, при обробці за один установ рівна 0.

$$E_1 = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0 \text{ мкм.}$$

Остаточна похибка встановлення: $E_2 = 0.06 \cdot 0 = 0$ мкм,

Тогда припуск на чорнове розточування:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (360 + \sqrt{245^2 + 0^2}) = 1210 \text{ мкм;}$$

для чистового розточування:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{15^2 + 0^2}) = 230 \text{ мкм;}$$

для тонкого розточування:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (25 + 25) = 100 \text{ мкм.}$$

Результати розрахунків наведені в табл. 2.4.

На рис. 2.4 наведена схема розташування проміжних припусків і допусків на обробку отвору Ø50H9.

Таблиця 2.4

Розрахунки припусків на внутрішню поверхню Ø50H9.

Технологічні операції й переходи обробки елементних повстей	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, $2Z_{i\min}$, мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск, TD, мкм	Прийняті (округлені) розміри по переходах, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	h	Δ	Σ				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Розміри заготовки	160	200	245	—	—	48.522	1000	47	48	-	-
Чорнове Розточування (H12)	50	50	15	-	1210	49.732	250	49.48	49.73	2.48	1.73

Чистовое Розточуван ня (Н10)	25	25	-	-	230	49.962	100	49.8	49.9	0.32	0.17
Тонкое Розточуван ня (Н9)	5	5	-	-	100	50.062	62	50	50.062	0.2	0.162

Перевірка вірності розрахунків:

$$T_3 - T_d = \Sigma Z_{\max} - \Sigma Z_{\min} = 1000 - 62 = 938 \text{ мкм.} = (2.48 + 0.32 + 0.2) - (1.73 + 0.17 + 0.162) = 3 - 2.062 = 0.938 \text{ мм.}$$

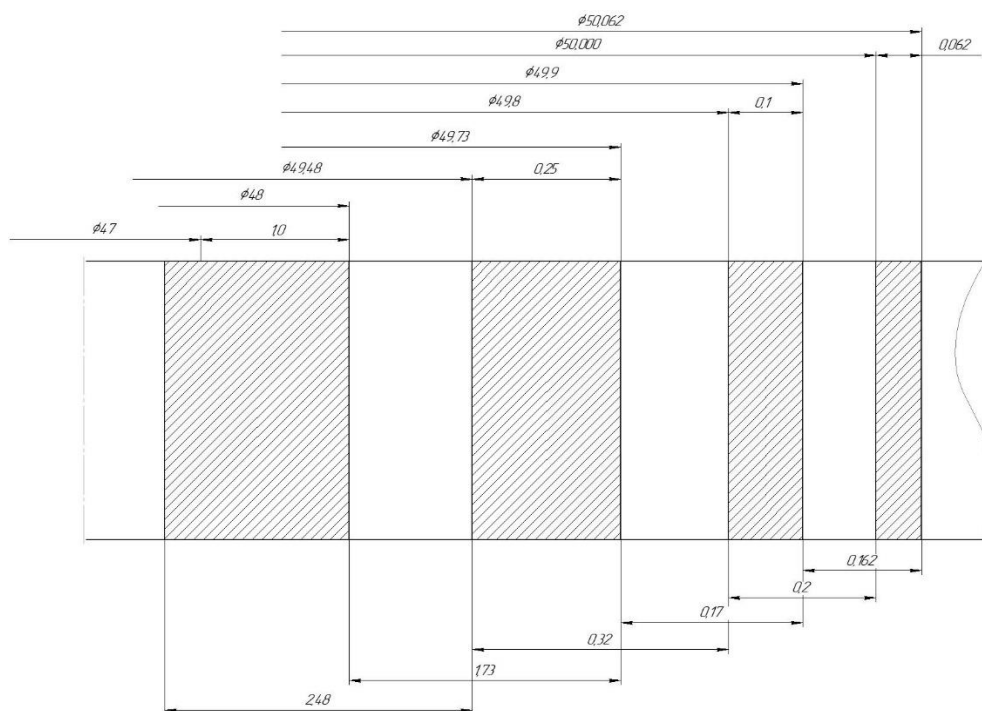


Рис. 1.6 – Схема розміщення допусків і припусків на обробку Ø50Н9.

1.8.2. Табличним методом.

Припуски на обробку для інших поверхонь ухвалюємо по таблицях ГОСТ 7505-89. Попередньо визначаємо вихідний індекс кування по (табл.2), для цього по (прил.1) для штампування у відкритих штампах на кривошипному гарячо штампувальному пресі ухвалюємо клас точності Т4, групу стали по (табл.1) ухвалюємо М2 (для %С до 0.6%), ступінь складності визначаємо по (прил.2) для співвідношення обсягу кування до обсягу описаної навколо кування геометричної фігури :

$$V_{\phi}=1320 \text{ см}^3, V_{\text{д}}=496 \text{ см}^3$$

$$\frac{V_{\text{д}}}{V_{\phi}} = \frac{496}{1320} = 0.34, \text{ що відповідає ступеню складності – С2.}$$

Вихідний індекс кування – 13 (табл.2).

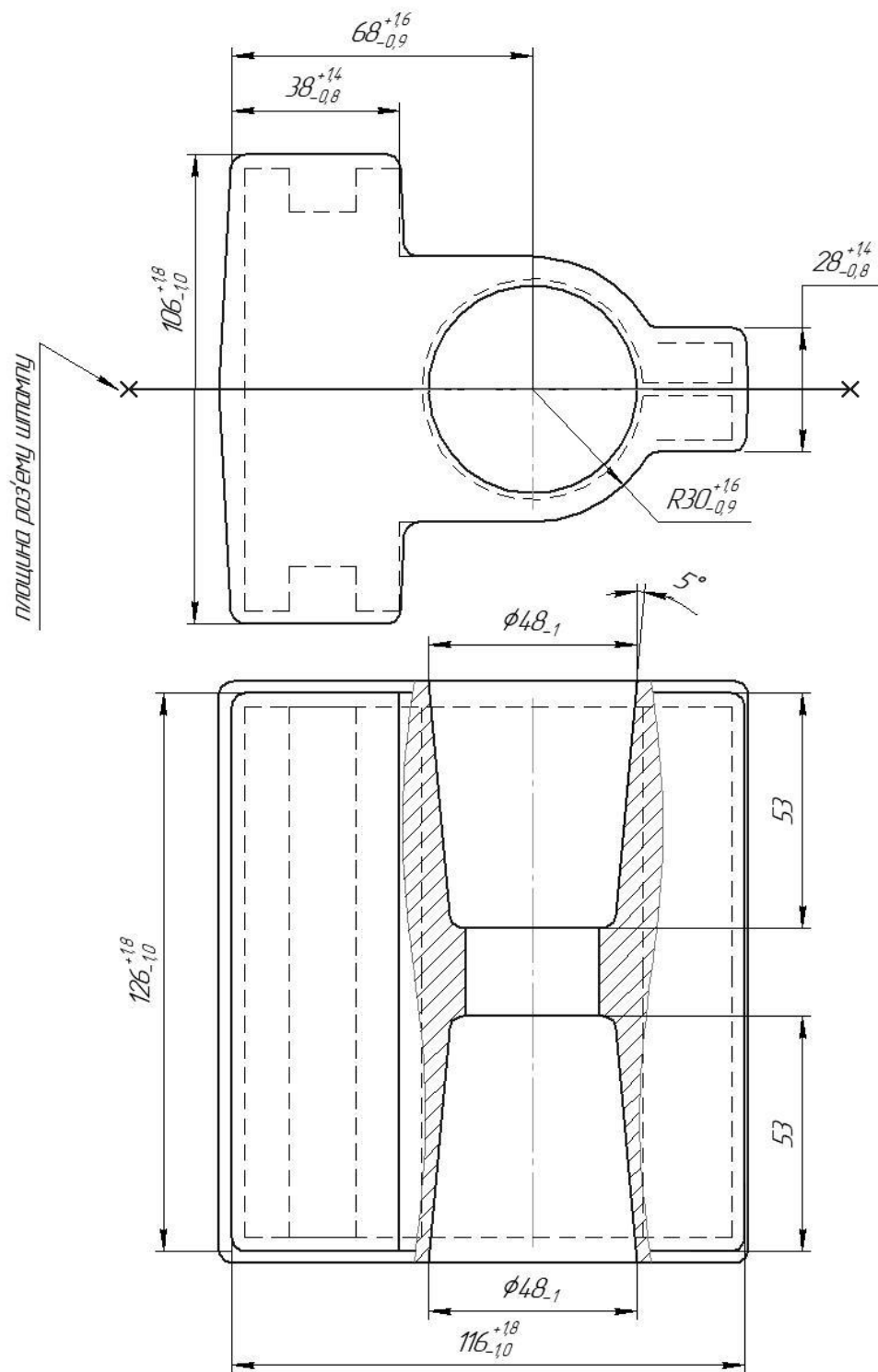
Основні припуски на обробку призначаємо по (табл.3), допуски – по (табл.8)

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.

Таблица 2.

Размер детали	Припуск на мех. обраб.	Допуск заготовки	Дополнительный припуск	Размер заготовки с допусками
100f9	2	$\frac{+1.8}{-1.0}$	0.8	$106 \frac{+1.8}{-1.0}$
120h14	2	$\frac{+1.8}{-1.0}$	0.8	$126 \frac{+1.8}{-1.0}$
110 h14	2	$\frac{+1.8}{-1.0}$	0.8	$116 \frac{+1.8}{-1.0}$
35 h14	1.7	$\frac{+1.4}{-0.8}$	0.8	$38 \frac{+1.4}{-0.8}$
R30 h14	-	$\frac{+1.6}{-0.9}$	-	$R30 \frac{+1.6}{-0.9}$
23 h14	1.7	$\frac{+1.4}{-0.8}$	0.8	$28 \frac{+1.4}{-0.8}$

По результатам розрахунків будемо креслення поковки.



1. Вихідний індекс -13 за ГОСТ 7505-89.
2. Невказані радиуси -3 мм.
3. Невказані ухили - 7° .

Рис. 1.7 – Креслення заготівлі

1.9. Розрахунки режимів різання.

1.9.1 Розрахунки режимів різання аналітичним методом на обробку поверхні Ø50H7.

1. Чорнове розточування.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал -сталь 40Х

-Інструмент: розточний різець із пластиною із твердого сплаву Т5К10 ;

- Устаткування: Горизонтально-розточний верстат Haas EC-400 зі ЧПК;

-Глибина різання: $t = 1.24$ мм.(згідно п.1.9.1)

-Подача: $S = 0,2$ мм/об [1,тім 2, табл 12]

1) -Швидкість різання: $V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v \cdot K_y$,

де, $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$ [1,тім 2, табл. 17]; $K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$,

де, $K_{mv} = K_2 \cdot \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} = \frac{750}{1000} = 0.75$ [1,тім 2, табл. 17]- коефіцієнт, що

враховує вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання;

$K_{pv} = 0.8$ - урахує якість поверхні заготівлі-поковка [1,тім 2, табл.5],

$K_{uv} = 0.65$ матеріал різального інструменту (Т5К10) [1,тім 2, табл.6]

$T = 60$ хв, [1,тім 2, табл.30]- період стійкості різця,

$K_v = 0.75 \cdot 0.8 \cdot 0.65 = 0.39$.

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1.24^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} 0.39 \cdot 1 = 70 \text{ м/хв},$$

2)-Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70}{\pi \cdot 48} = 464 \text{ об/хв}, \text{ враховуємо що головний привід є}$$

безступінчастим, приймаємо $n_{\phi} = 464$ об/хв, тоді фактичну швидкість різання не перераховуємо .

3) -Хвилина подача: $S_m = S \cdot n = 0.2 \cdot 464 = 92.8$ мм/хв

4)-Головна складова сили різання:

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

$C_p = 204$, $x = 1$, $y = 0.75$, $n = 0$ [1, тім 2, табл. 19],

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} = 1.333 \cdot 1.25 \cdot 0.89 \cdot 0.93 \cdot 1 = 1.38,$$

$$\text{де, } K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^n = \frac{1000}{750} = 1.333 \text{ [1, тім 2, табл. 9],}$$

$$K_{\gamma p} = 1.25, \text{ для } \gamma = -15^\circ, \quad K_{\phi p} = 0.89, \text{ для } \phi = 90^\circ,$$

$$K_{\lambda p} = 1, \text{ для } \lambda = 0^\circ, \quad K_{r p} = 0.93, \text{ для } r = 1, \text{ [1, тім 2, табл. 23],}$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1.24^1 \cdot 0.2^{0.75} \cdot 1 \cdot 1.382 = 550 \text{ Н}.$$

5) - Потужність різання: $N = \frac{550 \cdot 70}{1000 \cdot 60} = 0.6$ кВт, з огляду на що потужність

привода обертання шпинделя верстата Haas EC-400 -22.4 кВт, дійдемо висновку про правильність вибору даного верстата.

$$6) - \text{Основний час обробки: } T_o = \frac{L}{S_m} = \frac{4 + 126}{92.8} = 1.4 \text{ хв.}$$

2. Чистове, тонке розточування.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал -сталь 40Х

-Інструмент: токарний різець із пластиною із твердого сплаву Т15К6 ;

- Устаткування: токарський верстат 16К20Ф3 зі ЧПК;

-Глибина різання: $t = 0.16$ мм.(згідно п.1.7)

-Подача: $S = 0.14$ мм/об [1,тім 2, табл 12]

$$1) - \text{Швидкість різання: } V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \cdot K_u,$$

де, $C_v = 420$; $x = 0.15$; $y = 0.2$; $m = 0.2$ [1,тім 2, табл. 17]; $K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$,

де, $K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} = \frac{750}{1000} = 0.75$ [1, тім 2, табл. 17]- коефіцієнт, що

враховує вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання;

$K_{nv}=1$ - урахує якість поверхні заготовлі [1, тім 2, табл. 5],

$K_{uv}=1$ - матеріал різального інструменту (Т15К6) [1, тім 2, табл. 6]

$T=60$ хв, [1, тім 2, табл.30]- період стійкості різця,

$K_v=0.75 \cdot 1 \cdot 1=0.75$.

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.16^{0.15} \cdot 0.14^{0.2}} \cdot 0.75 = 269 \text{ м/хв},$$

2)-Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 269}{3.14 \cdot 49.8} = 1719 \text{ об/хв},$$

3) -Хвилина подача: $S_m = S \cdot n = 0.14 \cdot 1719 = 241 \text{ мм/хв},$

4)-Головна складова сили різання:

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

$C_p=204$, $x=1$, $y=0.75$, $n=0$ [1, тім 2, табл. 19],

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1.33 \cdot 1.25 \cdot 0.89 \cdot 0.93 \cdot 1 = 1.37,$$

$$\text{де, } K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^n = \frac{1000}{750} = 1.333 \text{ [1, тім 2, табл. 9],}$$

$$K_{\gamma p} = 1.25, \text{ для } \gamma = -15^\circ, \quad K_{\varphi p} = 0.89, \text{ для } \varphi = 90^\circ,$$

$$K_{\lambda p} = 1, \text{ для } \lambda = 0^\circ, \quad K_{rp} = 0.93, \text{ для } r = 1, \text{ [1, тім 2, табл. 23],}$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0.16^1 \cdot 0.14^{0.75} \cdot 1 \cdot 1.37 = 105.5 \text{ Н}$$

$$5) - \text{Потужність різання: } N = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 60} = \frac{105.5 \cdot 263}{1000 \cdot 60} = 0.43 \text{ кВт},$$

$$6) - \text{Основний час обробки: } T_o = \frac{L}{S_m} = \frac{4 + 126}{241} = 0.54 \text{ хв.}$$

1.10. Визначення норм часу.

Робимо нормування програмної операції 005.

На інші поверхні режими різання призначаємо згідно з таблицями (8,14), в наступній послідовності:

- Визначаємо припуск на механічну обробку (п.п. 2.9),
- Визначаємо матеріал різального інструменту, умови різання, подачу,
- Вибираємо швидкість різання, частоту обертання шпинделя, хвилинну подачу,
- Визначаємо потужність різання.

1. Допоміжний час на установку деталі в пристосуванні:

$$t = 0.25 \text{ хв.} \quad (3, \text{ стор.36 карта2 })$$

2. Допоміжний час, пов'язане з обробкою, не включене в програму: (3, стор.36 карта2)

- включити й виключити верстат: $t = 0.04 \text{ хв.}$
- відкрити загороджувальний щиток
від стружки, закрити: $t = 0.03 \text{ хв.}$
- установити координати X й Y: $t = 0.15 \text{ хв.}$
- увести корекцію на інструмент: $t = 0.04 \cdot 3 = 0.12 \text{ хв.}$

$$T_b = 0.25 + 0.04 + 0.03 + 0.15 + 0.12 = 0.6 \text{ хв.}$$

3. Час на контрольні виміри перекриваються часом на обробку.

4. Визначаємо автоматичний час основної роботи по програмі, по наступній формулі:

$$T_a = T_{o.a.} + T_{b.a.}$$

де: $T_{o.a.}$ - сума машинного часу по всіх інструментальних переходах:

$$T_{o.a.} = 4.6 \text{ хв.}$$

$T_{b.a.}$ - допоміжний час на прискорене, настановне рухи й зміну інструмента.

$$T_{b.a.} = \frac{10 \cdot 400}{25400} = 0.16 \text{ хв,}$$

$$T_a = 4.6 + 0.16 = 4.76 \text{ хв.}$$

5. Час на організаційне й технічне обслуговування
робочого місця (2, стор.55 карта10):

$$T_{обс.} = 3.5\% T_{оп},$$

6. Час на відпочинок й особисті потреби:

$$T_{отд.} = 4\% T_{оп}$$

7. Визначаємо норму штучного по формулі:

$$T_{шт} = (T_a + T_v \cdot K_v) \cdot \left(1 + \frac{T_{обсл.} + T_{отд.}}{100}\right) = (4.76 + 0.6 \cdot 0.7) \cdot \left(1 + \frac{4 + 3.5}{100}\right) = 5.57 \text{ хв}$$

8. Підготовчо-заключний час:

(2, стор.56 карта 11)

- одержати інструмент, пристосування : $t = 4 \text{ хв.}$
- ознайомитися з роботою: $t = 4 \text{ хв.}$
- установити й зняти блок з інструментом: $t = 3 \cdot 6 = 18 \text{ хв.}$
- розточити кулачки патрона: $t = 5.0 \text{ хв.}$
- установити й зняти програмоносій : $t = 1.0 \text{ хв}$

$$T_{п.з.} = 4 + 4 + 18 + 5 + 1 = 34 \text{ хв.}$$

9. Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу
по формулі:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 5.57 + \frac{34}{100} = 5.9 \text{ хв.}$$

2. Вибір технологічного обладнання та обладнання.

Вибір моделей обладнання, визначення частоти обертання та подачі здійснюємо згідно [1]. Для середньосерійного виробництва підбираємо високопродуктивне універсальне і спеціалізоване, орієнтуючись на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритним розмірам оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на застосування мінімальної кількості різних моделей верстатів.

Для досягнення високої якості та продуктивності при виготовленні корпусу у всіх операціях згідно з рекомендаціями, наведеними в [1] для серійного виробництва застосовуємо спеціальні пристрої з швидкодіючим затискачем заготовок.

Обробку виконуємо стандартним інструментом. Матеріал різальної частини торцевих фрез-Т15К6 , свердл, зенкерів, розгорток, мітчиків і зенківок швидкорізальної частини Р6М5.

Операція 005 Haas VF-2TR



Рис. 2.1 – Вертикально-фрезерний HAAS VF-2TR

Максимальне переміщення по осі X, мм	820,
Максимальне переміщення по осі Y, мм	410,
Максимальне переміщення по осі Z, мм	510,
Довжина столу, мм	1321,
Ширина столу, мм	255,
Максимальне навантаження, кг	1588,
Ширина Т-подібних пазів, мм	16,
Відстань між Т-подібними пазами, мм	80,
Розмір конуса шпинделя	40,
Максимальна частота обертання шпинделя, об/хв.	8100,
Максимальна потужність шпинделя, кВт	22.4,
Максимальний крутний момент, кН	122,
Максимальне осьове зусилля, кН	18.6,
Максимальна швидкість подачі, м/хв	25.4,

Максимальні робочі подачі по осях, м/хв	16.5,
Кількість позицій в магазині, шт.	20+1,
Точність позиціонування, мм	$\pm 0,0076$.

Операції 010 та 015 . Горизонтально-фрезерно-розточувальна.



Рис. 2.2 – Горизонтально-фрезерно-розточувальна.

Обладнання: HAAS EC-400

Технічні характеристики :

Система керування HAAS

Переміщення по осі X (мм) 559

Переміщення по осі Y (мм) 635

Переміщення по осі Z (мм) 559

Кількість автоматично змінних столів (шт) 2

Розмір палети (мм) 400 x 400

Максимальна вага на палеті (кг) 400

Автоматично змінних інструментів (шт) 40

Тип інструментального конусу BT 40

Оберти шпинделя (об/хв) 12000

Потужність приводу шпинделя (кВт) 22,4

Вага верстата (кг) 10000

2.Конструкторський розділ

Необхідно спроектувати пристрій для фрезерування площини в розмір 35 ± 0.2 мм на «поводку», та обробки 2 отв. $\varnothing 10H7$ та 4 отв. $M10-7H$.

2.1. Основа для розробки

Операційна карта технологічного процесу механічної обробки деталі «Насадка бокова» (Операція 005). Операційний ескіз насадки представлено на рисунку.3.1.

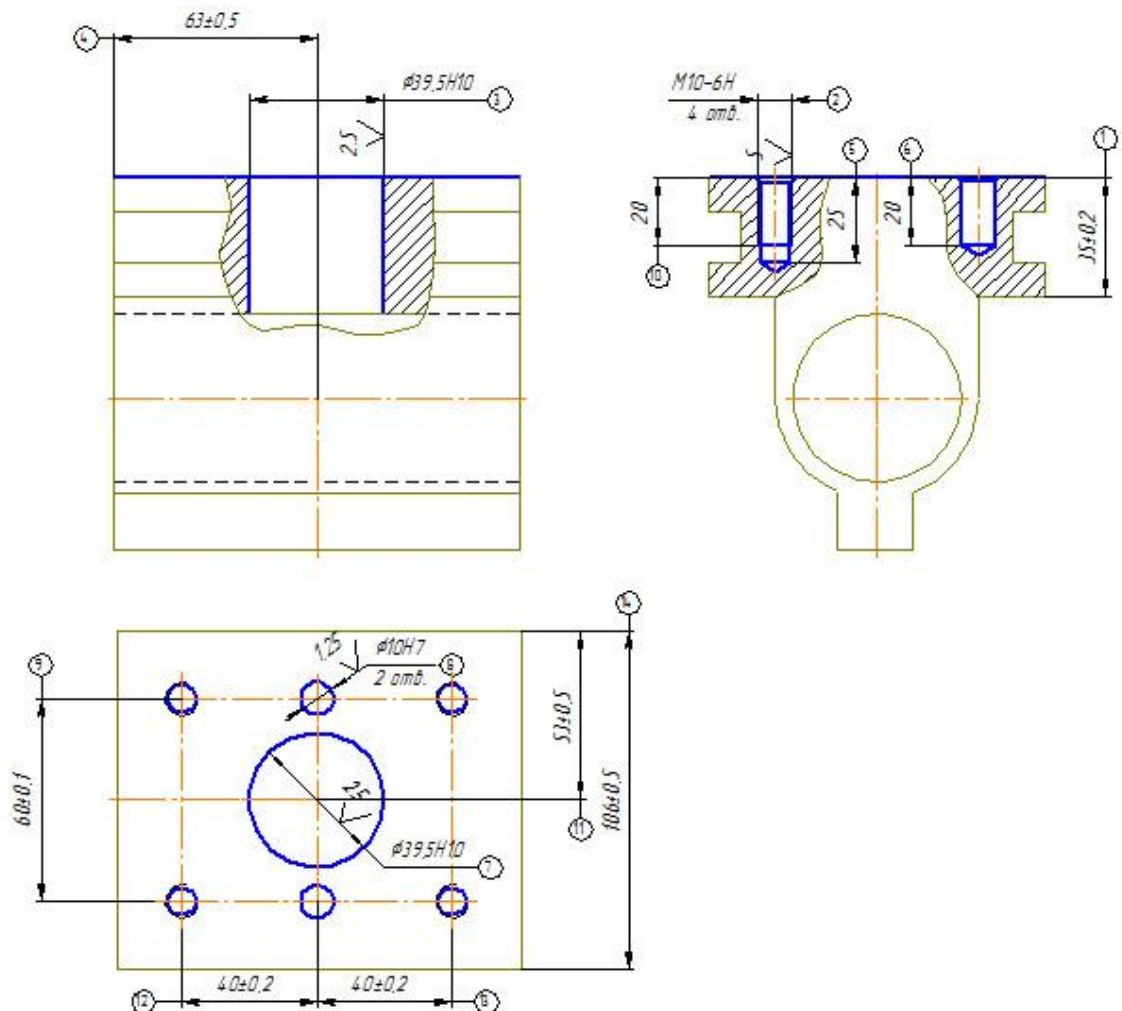


Рис. 3.1 - Операційний ескіз насадки.

2.2. Службове призначення і схема установки заготовки

Пристрій призначений для установки заготовки деталі « Корпус» необработаною поверхнею $\varnothing 80$ в призми і затисканням 2 площин. Габаритні розміри заготовки 210x115 x80мм.

Схема базування та закріплення заготовки показана на рис.3.2.

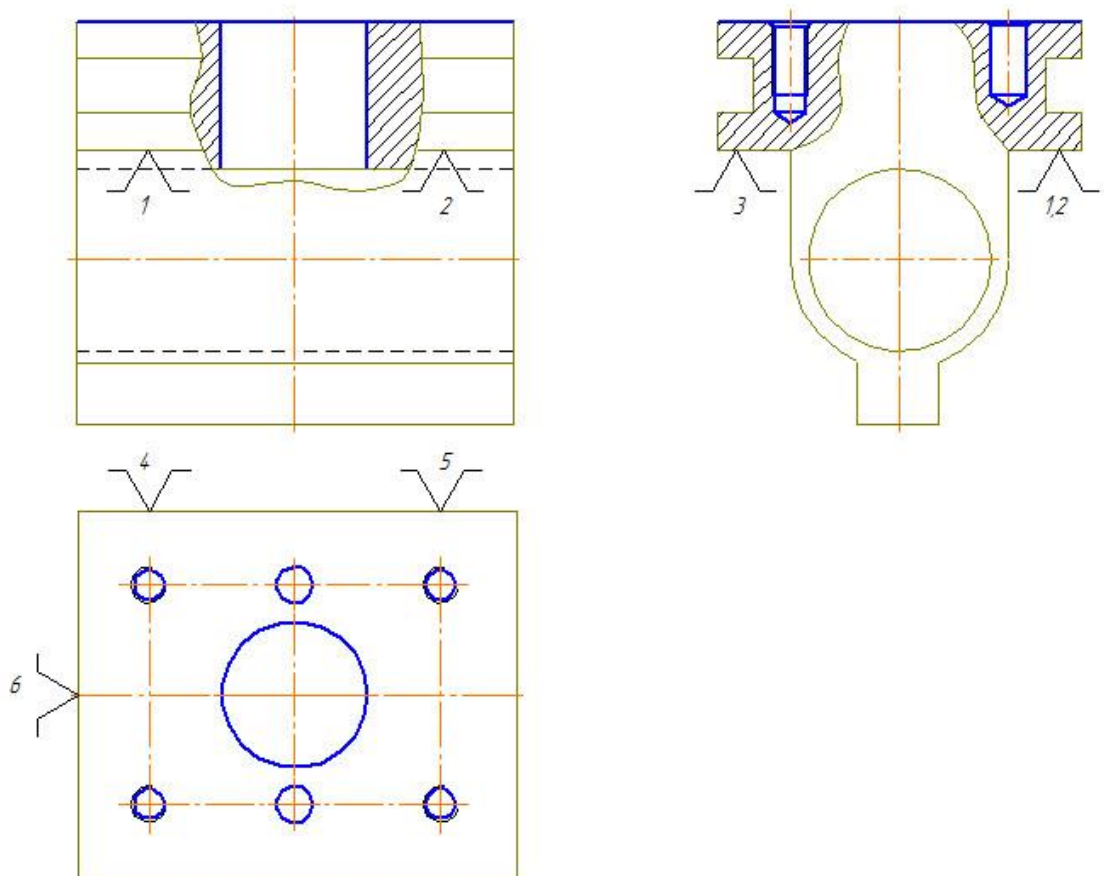


Рисунок 3.2 – Схема базування.

Технологічні бази заготовки необроблені ($R_z=320$).

При обробці площини потрібно забезпечити відстань між площиною і базою 35 ± 0.2 мм.

Пристрій компонується на столі, який центрується шпонками.

2.3. Технічні вимоги

Тип виробництва – *середньосерійний*.

Річний обсяг випуску деталей за незмінними кресленнями – 5000 шт.

Заготовка – поковка; матеріал – сталь 40Х. Операція виконується на фрезерному верстаті Haas VF-2TR класу точності П. Метод досягнення точності – автоматично на налагодженому верстаті.

Різальний інструмент – фреза торцова □125 ГОСТ9473-80, матеріал ножів – твердий сплав ВК6 .

Визначаємо сили різання (максимальні) при чорновому фрезеруванні:

Ріжими різання при фрезеруванні визначається по методиці, приведеній в [1] Інструмент: фреза торцова с циліндричним хвостовиком Ø125 мм (по ГОСТ 17025-71).

Ширина фрезерування $B = 10$ мм

Подача на зуб фрези [1]: $S_z = 0,13$ мм/зуб;

Стійкість фрези $T = 80$ хв,

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v,$$

де C_v – поправний коефіцієнт;

D – діаметр фрези, мм.;

T – стійкість фрези, хв.;

t – тривалість контакту зуба фрези с заготовкою, мм.;

S_z – подача на зуб фрези, мм/зуб.;

B – ширина фрезерування, мм.;

z – число зубців фрези;

K_v – поправний коефіцієнт.

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv}$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{pv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовлі;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$C_v = 185,5$ (табл.39) [1]; $q = 0,45$; $m = 0,33$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $u = 0,1$; $p = 0,1$ (табл.39) [1], $t = 20$ мм, $z = 6$ [1].

$K_{mv} = 1$ (табл.4) [табл.1]; $K_{pv} = 0,9$ (табл.5) [1]; $K_{iv} = 1$ (табл.6) [1].

Тоді: $K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$

$$V = \frac{185,5 \cdot 125^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 100^{0,3} \cdot 0,13^{0,2} \cdot 0,43^{0,1} \cdot 12^{0,1}} 0,9 = 110 \text{ м/хв};$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 125} = 280 \text{ хв}^{-1};$$

Т.щ. за паспортом верстату регулювання безступінчасте, то приймаємо

$n = 280 \text{ хв}^{-1}$. Дійсна швидкість різання при цьому становить:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 280}{1000} = 110 \text{ м/хв};$$

Визначаємо силу різання:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp},$$

де C_p – поправний коефіцієнт;

n – частота обертання фрези, хв^{-1} ;

K_{mp} – поправний коефіцієнт.

$C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ (табл.41) ; $K_{mp} = 1,0$ (табл.10) [1].

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 100^{0,86} \cdot 0,13^{0,72} \cdot 0,43^1 \cdot 12}{125^{0,86} \cdot 280^0} \cdot 1 = 668 \text{ Н.}$$

$$P_z = 668 \text{ Н.}$$

Бажаний тип затискного механізму – гідравличний. Норма часу на встановлення та знімання заготовки до 1хв.

Рівень уніфікації і стандартизації деталей пристрою – 80%.

Вимоги безпечної роботи – працювати з захисним кожухом.

3 Вибір установочних елементів

На операції 005 заготовка насадки базується за допомогою площин . Враховуючи те, що площина заготовки попередньо необроблена для реалізації установочної бази використаємо плиту, в яку встановлюється рифлені пальці та затискається поверхня.

3.1 Розрахунок похибки базування

Похибку базування при установці на рифлені опорі при співпаданні конструкторської та технологічної баз приймається рівною 0.

Точність базування забезпечується.

3.2 Розрахунок сили затиску

Силу затиску, необхідну для надійного закріплення заготовки, розраховуємо використовуючи схему(Рис.3.).

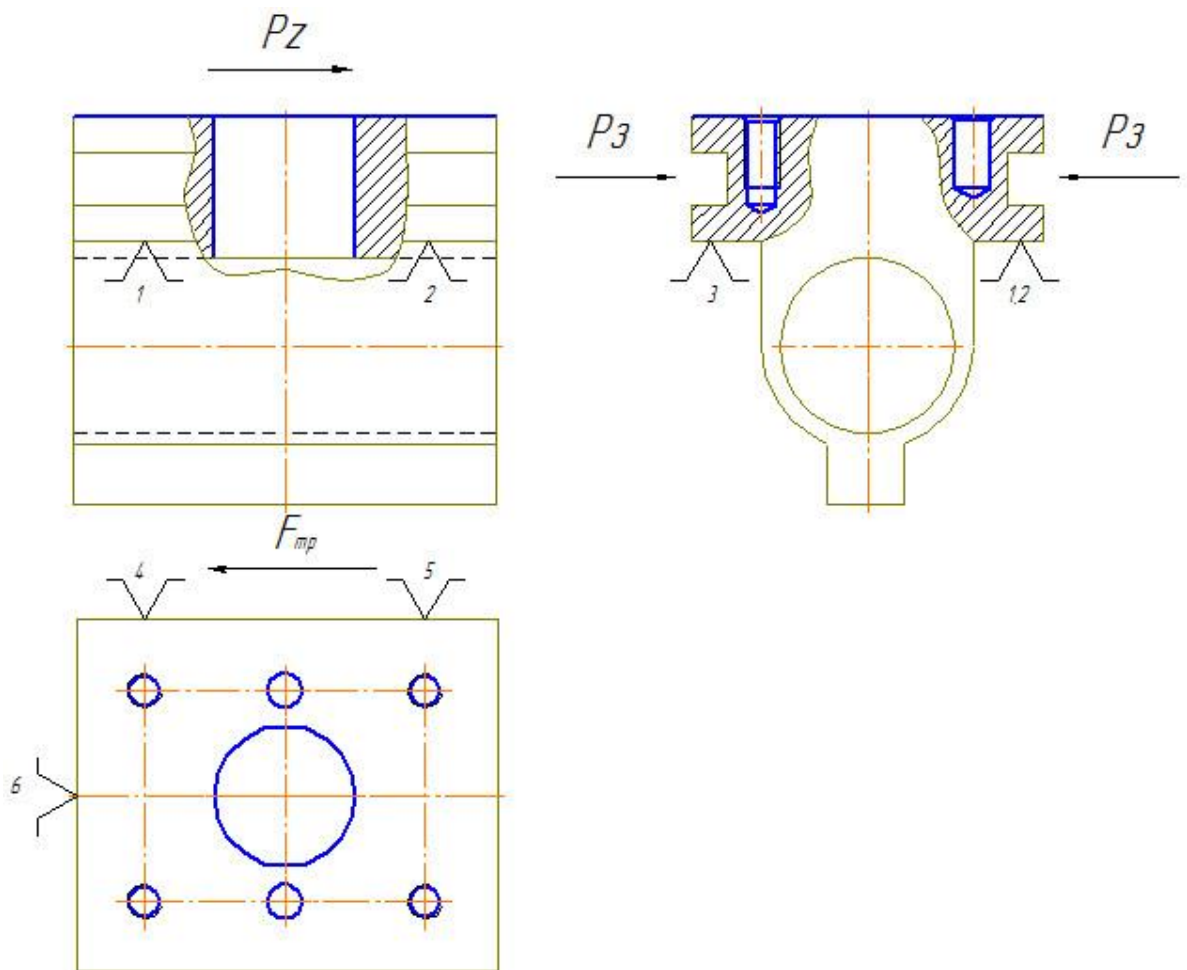


Рис.3.3 Схема затиску заготівлі

Складаємо рівняння рівноваги заготівлі:

$$K \cdot P_{\text{рез}} = P_з \cdot (f_{\text{оп}} + f_{\text{зм}});$$

де, $K=2.5$ – коефіцієнт запасу,

$f_{\text{оп}}$ - коефіцієнт тертя опор с заготовкою,

$f_{\text{оп}}=0.2$,

$f_{\text{зм}}$ - коефіцієнт тертя затискних елементів с заготовкою .

$f_{\text{зм}}=0.2$.

Розрахунок сили затиску заготівлі забезпечується її нерухомим положенням під час обробки:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$K_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1=1,2$ – обробка не одночасна;

$K_2=1,3$ – збільшення сили різання від затуплення ріжучого інструменту,

$K_3=1,2$ – преривчасте різання;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 2,5;$$

$$W = P_3 = \frac{2,5 \cdot 668}{0,2 + 0,2} = 4175 \text{ Н.}$$

Згідно (1), том2, стр. 92 тянуча сила на раніше прийнятому гідроциліндрі $D=115\text{мм}$ складає $[W]=47000\text{Н}$, тобто умова виконана.

Розробка конструкції і принцип роботи пристрою

Фрезерувальний пристрій компонується зі стандартних елементів УЗП[4]. Основу пристрою становить плита 8 з коловим Т-образним пазом та корпус 7, на якій встановлюються елементи базування і закріплення(Рис.3). Складальне креслення пристосування представлено на листі А1.

4. Технологія виготовлення

Технологія виготовлення корпусу редуктора

Технологія виготовлення корпусу редуктора може включати наступні кроки:

1. Проектування та моделювання: Розробка дизайну корпусу редуктора та його моделювання за допомогою комп'ютерного або інженерного програмного забезпечення.

Проектування та моделювання - це процеси, що використовуються в різних галузях, включаючи інженерію, архітектуру, інформатику, біологію та багато інших. Вони дозволяють створювати, аналізувати і вдосконалювати моделі, що представляють реальні або гіпотетичні системи, процеси або явища.

Проектування включає розробку концепцій та планів для створення нового продукту, системи або процесу. Це може бути будь-що, від будівель та машин до програмного забезпечення та біологічних систем. Під час проектування враховуються функціональні, технічні та естетичні аспекти, а також вимоги замовника.

Моделювання використовується для створення віртуальних або абстрактних представлень реальних систем з метою аналізу, прогнозування та оптимізації їхньої роботи. Моделі можуть бути математичними, комп'ютерними або фізичними, залежно від галузі застосування. Вони дозволяють виконувати експерименти, відтворювати різні сценарії та оцінювати вплив змін на систему без прямого втручання в реальний об'єкт.

У процесі проектування та моделювання використовуються різноманітні інструменти та методи, такі як комп'ютерне проектування (CAD), комп'ютерне моделювання (simulation), математичне моделювання, прототипування тощо. Ці інструменти допомагають інженерам, дослідникам та дизайнерам розробляти та аналізувати нові ідеї перед їхнім втіленням у реальному світі.

Проектування та моделювання є важливими етапами в розробці продуктів та систем. Вони дозволяють ефективно виконувати аналіз, вдосконалення та оптимізацію перед фізичною реалізацією проекту. Це допомагає зменшити ризики, вартість та час, пов'язані з розробкою нових продуктів і покращенням існуючих систем.



Рис. 4.1 – Проектування та моделювання.

2. Вибір матеріалу: Вибір відповідного матеріалу для корпусу редуктора урахуванням вимог щодо міцності, довговічності, ваги та інших факторів. Вибір матеріалу є важливим аспектом проектування та моделювання, оскільки він може вплинути на функціональність, міцність, естетику, вартість та інші характеристики продукту або системи. Існує багато факторів, які слід враховувати при виборі матеріалу. Ось кілька ключових критеріїв, які можуть допомогти вам у цьому процесі:

2.1. Функціональні вимоги: Розуміння потреб продукту або системи та встановлення функціональних вимог є важливим кроком. Ви повинні врахувати вимоги до міцності, гнучкості, стійкості до корозії, термічної стабільності та інших функціональних характеристик.

2.2. Фізичні властивості: Розгляньте такі фізичні властивості, як щільність, твердість, теплопровідність, електричну провідність, магнітність та інші. Вони можуть бути важливими для конкретних застосувань.

2.3. Вартість: Розгляньте вартість матеріалу та його доступність. Ви повинні збалансувати вартість матеріалу з його властивостями та перевагами.

2.4. Естетика: Якщо зовнішній вигляд продукту або системи важливий, врахуйте естетичні аспекти матеріалу, такі як текстура, кольори та можливість фарбування.

2.5. Стандарти та регуляторні вимоги: Перевірте, чи відповідає обраний матеріал необхідним стандартам та регуляторним вимогам, які можуть стосуватися вашого продукту або системи.

2.6. Стійкість до навколишнього середовища: Розгляньте, як матеріал впливає на довкілля та як він впливає на середовище.



Рис. 4.2 – Вибір матеріалу.

3. Заготовлення: Вирізання або лиття заготовки з вибраного матеріалу за допомогою відповідного обладнання та процесів.

Заготовлення - це процес отримання вихідної форми або деталі, яка використовується для подальшої обробки або виготовлення виробу. Це може включати вирізання, згинання, гартування, свердління, токарний або фрезерний обробку, лиття та багато інших процесів залежно від типу матеріалу та виробу.

Основні кроки заготовлення включають:

3.1. Вибір матеріалу: Виберіть матеріал, який найкраще підходить для вашого виробу з урахуванням його властивостей, вимог до міцності та естетичних факторів.

3.2. Проектування заготовки: Враховуйте форму, розмір та геометрію заготовки. Використовуйте комп'ютерне моделювання або традиційні методи для створення докладного опису заготовки.

3.3. Придбання матеріалу: Отримайте необхідну кількість матеріалу, необхідного для виготовлення заготовки. Враховуйте технічні вимоги та вплив на вартість проекту.

3.4. Попереднє оброблення: Здійсніть необхідні операції перед основним заготовленням, наприклад, розпилювання, прокручування, згинання або свердління. Це допоможе підготувати матеріал до основного процесу заготовлення.

3.5. Основне заготовлення: Застосовуйте відповідні методи та інструменти для отримання вихідної форми або деталі. Це може бути виконано з використанням машинного обладнання, ручних інструментів або взаємодії з виробничими процесами, такими як лиття або штампування.

3.6. Перевірка та корекція: Перевірте отриману заготовку на відповідні

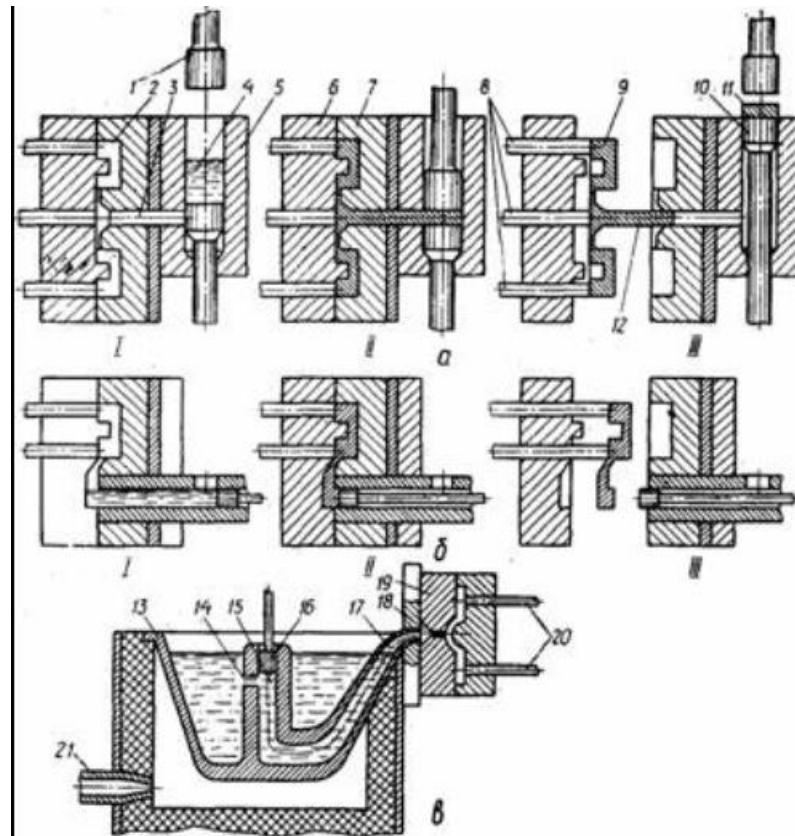


Рис. 4.3 – Заготовлення: Вирізання або лиття заготовки

4. Обробка заготовки: Виконання різних операцій обробки, таких як фрезерування, свердління, розточування та шліфування, для формування та доведення корпусу редуктора до необхідних розмірів та точності.

Обробка заготовки - це процес, за допомогою якого надають заготовці бажаний розмір, форму, поверхневу якість та інші характеристики, щоб отримати готовий виріб. Цей процес включає в себе різні операції з обробки, які можуть здійснюватися з використанням різних інструментів та технологій. Ось декілька основних операцій обробки заготовки:

4.1. Свердління: Використовується свердло для створення отворів у заготовці. Ця операція може бути виконана вручну або за допомогою свердловинного верстата.

4.2. Токарний процес: Використовується токарний верстат для обертання заготовки навколо своєї осі. Це дозволяє створювати різні геометричні форми, такі як валики, циліндри та конуси.

4.3. Фрезерування: Використовується фрезерний верстат для обробки заготовки за допомогою обертального руху фрези. Ця операція дозволяє створювати різні профілі, отвори, пази та поверхневі рельєфи.

4.4. Шліфування: Застосовується шліфувальний інструмент для полірування поверхні заготовки. Це дозволяє отримати більш гладку і однорідну поверхню з необхідною якістю.

4.5. Згинання та вигинання: Використовується прес або інші спеціальні пристрої для зміни форми заготовки, надаючи їй кривизну або кутову форму.

4.6. Різання та стругання: Використовуються різальні інструменти, такі як пила або струг, для вирізання частини заготовки або видалення непотрібного матеріалу.

4.7. Гартування та термообробка: Деякі матеріали можуть піддаватися термічній обробці, такій як нагрівання та охолодження, для поліпшення їх міцності та твердості.

Це лише кілька основних операцій обробки заготовки, існує багато інших спеціалізованих методів та технологій, які можуть бути використані в залежності від вимог конкретного виробу.

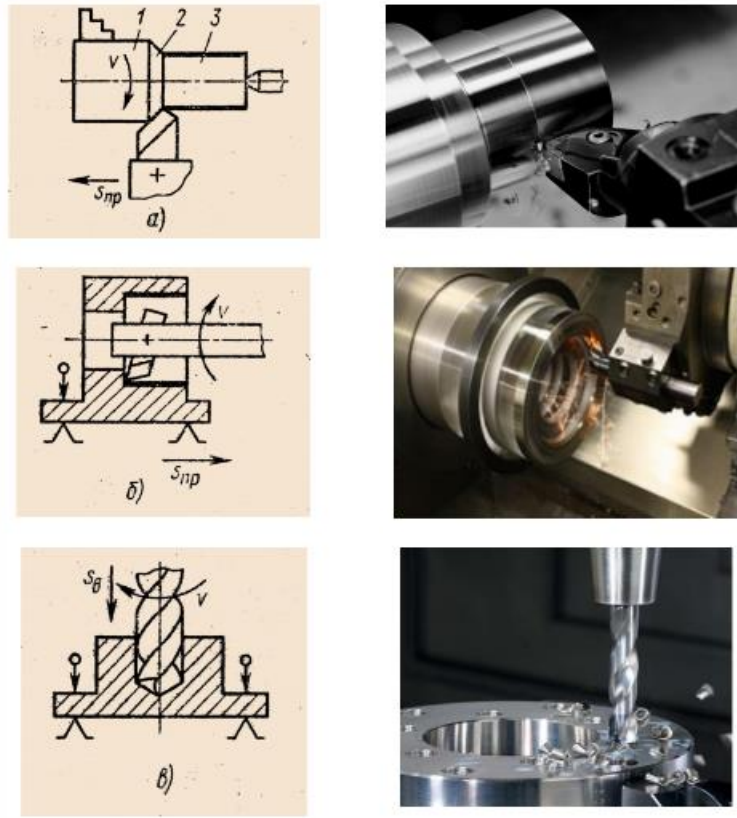


Рис. 4.4 – Обробка заготовки.

5. Термообробка: Якщо потрібно, корпус редуктора може піддаватися термообробці, такій як закалка або відпуск, для поліпшення його механічних властивостей.

Термообробка - це процес, за допомогою якого матеріали піддаються контрольованому нагріванню та охолодженню для зміни їх фізичних, механічних або структурних властивостей. Цей процес використовується для поліпшення міцності, твердості, мікроструктури, мікротвердості, в'язкості та інших характеристик матеріалу.

Основні типи термообробки включають:

- 5.1. Нагартування (Quenching): Матеріал нагрівається до високої температури і швидко охолоджується, що дозволяє отримати більшу міцність та твердість. Цей процес використовується, зокрема, для сталі.

5.2. Відпуск (Tempering): Після нагартування матеріал піддається нагріванню до певної температури і послідовному повільному охолодженню. Цей процес допомагає зменшити хрупкість та напруги, що виникають в результаті нагартування.

5.3. Закалка (Annealing): Матеріал нагрівається до високої температури, а потім повільно охолоджується. Цей процес використовується для зміни структури матеріалу, зменшення мікронапруг та поліпшення оброблюваності.

5.4. Нормалізація (Normalization): Матеріал нагрівається до високої температури і охолоджується на повітрі. Цей процес сприяє однорідному зміцненню та поліпшенню механічних властивостей матеріалу.

5.5. Випал (Sintering): Використовується для порошкових матеріалів, де порошок піддається високій температурі, щоб зв'язати частинки разом шляхом дифузії або розплавлення.

Це лише кілька основних типів термообробки, існує багато інших спеціалізованих методів, які використовуються в залежності від конкретних властивостей матеріалу та вимог до виробу.



Рис. 4.5 – Термообробка.

6. Обробка поверхонь: Нанесення покриття або обробка поверхонь для забезпечення захисту від корозії або поліпшення зовнішнього вигляду. Обробка поверхонь - це процес вдосконалення зовнішнього вигляду, якості та функціональних характеристик поверхонь виробу. Це може включати в себе різні операції для зняття шерохватостей, полірування, нанесення покриттів та інші методи обробки. Ось кілька основних видів обробки поверхонь:

6.1. Шліфування (Grinding): Використовується абразивний матеріал, такий як шліфувальний круг або шліфувальна стрічка, для зняття шерохватостей та поліпшення рівності поверхні.

6.2. Полірування (Polishing): Використовуються спеціальні матеріали, поліруючі пасти або абразивні круги для отримання гладкої, блискучої поверхні.

6.3. Штампування (Stamping): Використовується спеціальна прес-форма для нанесення рельєфного або гравіювального малюнка на поверхню виробу.

6.4. Гальванічне покриття (Electroplating): Застосовується електролітичний процес для нанесення тонкого шару металу на поверхню виробу, що поліпшує його вигляд та захист від корозії.

6.5. Анодування (Anodizing): Використовується для алюмінієвих виробів. Процес електролітичного окислення алюмінію створює стійкий оксидний шар, який покращує корозійну стійкість та додає декоративний вигляд.

6.6. Нанесення покриттів (Coating): Використовуються спеціальні фарби, лаки, покриття або плівки для захисту поверхні від корозії, зносу або для досягнення певних властивостей, таких як водовідштовхування чи електропровідність.

Це лише кілька основних методів обробки поверхонь, існує багато інших спеціалізованих технологій та процесів, які можуть використовуватися в залежності від типу матеріалу, потреб виробу та бажаного результату.

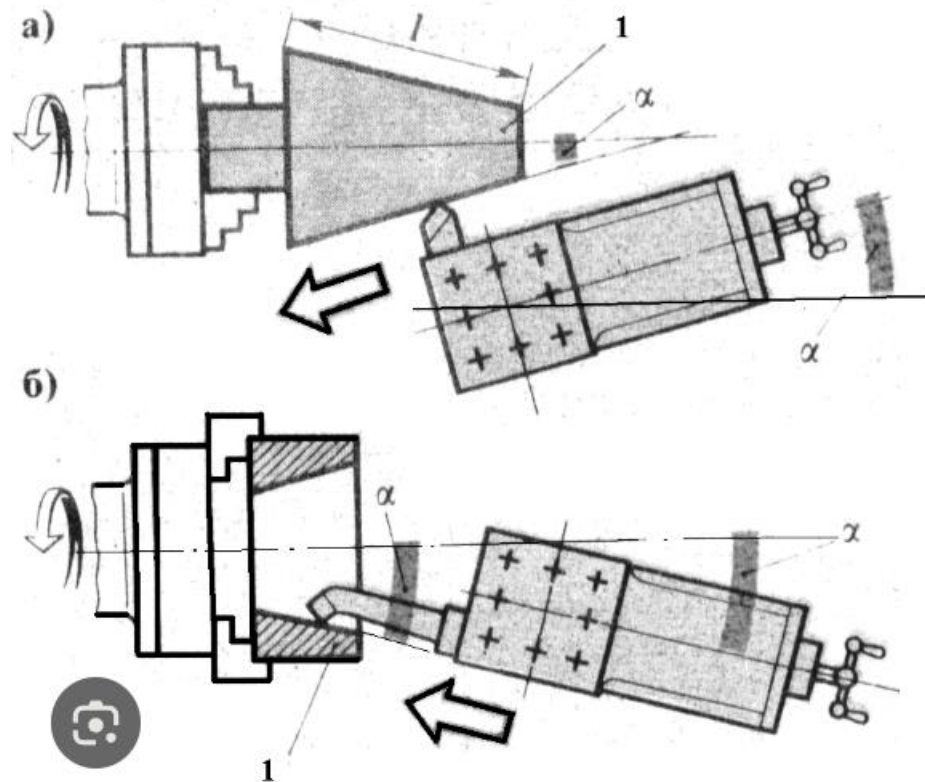


Рис. 4.6 – Обробка поверхонь.

7. Контроль якості: Проведення вимірювань та перевірок, щоб забезпечити відповідність корпусу редуктора встановленим стандартам та специфікаціям. Контроль якості - це систематичний процес перевірки та оцінки виробничого процесу або готового виробу з метою визначення, наскільки він відповідає встановленим стандартам якості. Цей процес забезпечує впевненість у відповідності продукції або процесу заданим вимогам і сприяє забезпеченню якості продукції та задоволенню потреб споживачів.

Основні етапи контролю якості включають:

- 7.1. Планування контролю якості: Встановлення мети контролю якості,

визначення стандартів та критеріїв, розробка плану контролю.

7.2. Вхідний контроль: Перевірка та оцінка якості вхідних матеріалів, компонентів або частин перед початком виробничого процесу.

7.3. Процес контролю: Контроль параметрів та характеристик під час виробництва, використання вимірювальних інструментів, спостереження за процесом виготовлення.

7.4. Вихідний контроль: Оцінка якості готових виробів або кінцевої продукції, перевірка на відповідність встановленим стандартам.

7.5. Статистичний контроль якості: Застосування статистичних методів для аналізу та контролю якості виробничого процесу, включаючи контроль середньої відхиленості, контроль процесу через зразки та інші методи.

7.6. Аудит якості: Оцінка системи управління якістю, процедур контролю якості та відповідності стандартам якості.

7.7. Взаємодія з постачальниками та клієнтами: Встановлення співпраці з постачальниками та забезпечення контролю якості поставок, а також сприяння зворотному зв'язку з клієнтами для виявлення їхніх потреб і вимог.

Контроль якості може включати в себе використання різних методів інспекції, випробувань, вимірювань, статистичного аналізу, аудиту та інших технік для забезпечення високої якості продукції та виробничих процесів.



Рис. 4.7 – Контроль якості.

8. Збірка: Збирання редуктора, включаючи установку компонентів, підшипників, зубчастих коліс та інших деталей в корпус.

Збірка - це процес складання окремих компонентів або частин виробу, щоб утворити кінцевий продукт. Це останній етап виробничого процесу, коли окремі елементи об'єднуються в готовий виріб згідно з заданими специфікаціями та кресленнями. Збірка може бути виконана вручну або за допомогою автоматизованих систем збірки.

Основні етапи процесу збірки включають:

8.1. Підготовка робочого місця: Забезпечення необхідного обладнання, інструментів та матеріалів для збирання виробу. Це може включати налаштування робочих станцій, підготовку монтажних ліній, розподіл компонентів тощо.

8.2. Підготовка компонентів: Перед зборкою необхідно підготувати компоненти, включаючи очищення, маркування, підготовку поверхонь, нанесення мастил або клею, якщо необхідно.

8.3. Збірка компонентів: Елементи або частини виробу з'єднуються згідно з заданим порядком та методикою. Це може включати використання ручних інструментів, струминних клеїв, затискних пристроїв, автоматизованих робочих станцій тощо.

8.4. Перевірка якості: Після збірки виробу проводиться перевірка якості для забезпечення відповідності встановленим стандартам. Це може включати вимірювання, випробування функціональності, візуальну оцінку, контроль параметрів тощо.

8.5. Упаковка та готовність до відправлення: Після успішної збірки виробу він піддається процедурі упаковки та маркування для готовності до відправлення до клієнта або наступного етапу постачання.

Процес збірки може бути ручним або автоматизованим, залежно від типу виробу, обсягу виробництва та вимог до точності та швидкості збирання.

Кожен виробник може мати власні унікальні процеси та методи виготовлення корпусу редуктора відповідно до своїх потреб та технологічних можливостей.

Технологія виготовлення корпусу редуктора при безвібраційних режимах оброблення

Для виготовлення корпусу редуктора при безвібраційних режимах оброблення застосовуються різні технології, які максимально зменшують появу вібрацій під час обробки.

Технологічні креслення з усіма специфікаціями потрібні для кожної з частин редуктора, що вже є в лабораторії. Ці креслення потрібні на випадок, якщо деякі з деталей потрібно буде виготовити. Виготовлення деталей повинно здійснюватися на основі креслення або CAD-креслення з усіма специфікаціями.

Деякі компанії мають машини та обладнання, які хоч і працюють добре, але не мають креслень зі специфікаціями елементів; ці креслення потрібні, коли потрібно виготовити одну з деталей, або замінити зламану деталь, або мати запасні частини.

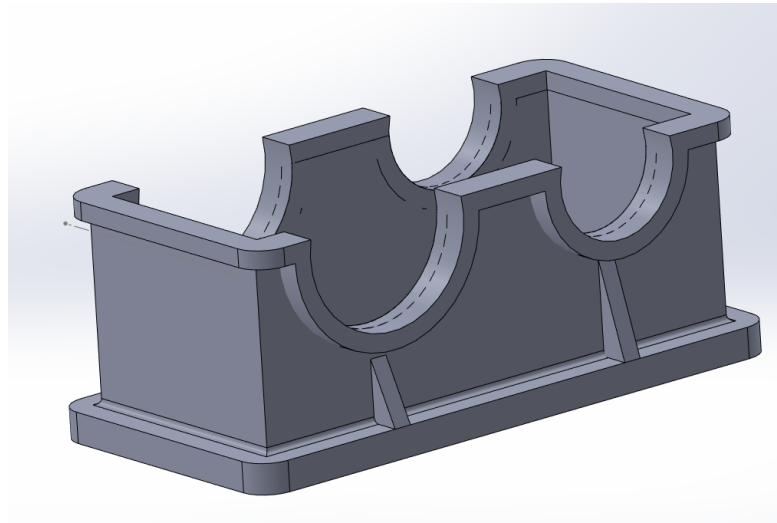


Рис. 4.8 – Модель CAD корпусу редуктора

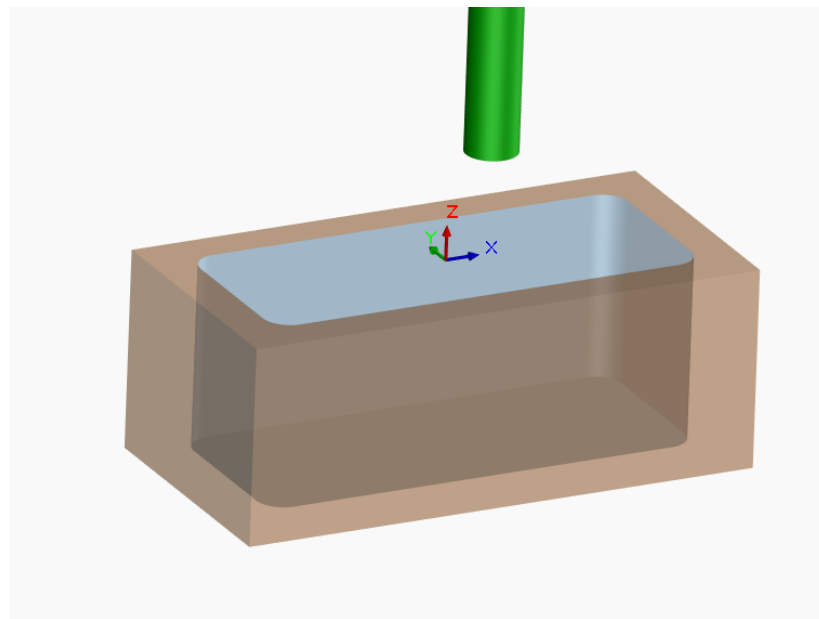


Рис. 4.9 – виготовлення корпусу редуктора

4.1 Використання стійких і жорстких основ для закріплення заготовки під час обробки

Використання стійких і жорстких основ для закріплення заготовки під час обробки є важливим аспектом, щоб забезпечити точність, стійкість та безпеку процесу обробки. Надійна фіксація заготовки дозволяє уникнути неправильних розмірів, деформацій або пошкоджень під час обробки. Основні методи фіксації включають наступні:

1. Використання пристроїв для закріплення: Це можуть бути важелі, патрони, прес-форми, магнітні підставки, губки або важелі, які забезпечують надійну фіксацію заготовки під час обробки. Простеження основи часто забезпечується шляхом використання болтів, гвинтів, пружин або вакуумних систем.
2. Використання прес-форм: У випадку формування або вирізання заготовки, прес-форми можуть бути використані для закріплення і утримання заготовки в певному положенні під час процесу обробки.
3. Використання спеціалізованих стійок: Для деяких процесів, наприклад, обробки труб або профілів, можуть бути використані спеціальні стійки або утримувачі, які забезпечують стабільну фіксацію заготовки під час обробки.
4. Використання тиску або затискачів: Для деяких видів обробки, таких як фрезерування, токарні роботи або шліфування, можна використовувати тиски або затискачі, щоб надійно закріпити заготовку.
5. Використання спеціалізованих систем фіксації: В деяких випадках можуть бути використані спеціалізовані системи фіксації, такі як пневматичні, гідравлічні або електромагнітні пристрої, які забезпечують стабільну фіксацію заготовки.

Правильний вибір і використання стійких і жорстких основ для закріплення заготовки є важливим кроком у забезпеченні точності, якості та безпеки обробки. При розробці процесу обробки необхідно враховувати вимоги до фіксації заготовки, тип матеріалу, форму та розміри заготовки, а також конкретні характеристики оброблювального процесу.

4.2 Використання високоточного обладнання з мінімальною вібрацією

Використання високоточного обладнання з мінімальною вібрацією є важливим

для досягнення точності та якості обробки. Вібрація може негативно впливати на процес обробки, спричиняти відхилення вимірювань, зменшувати точність обробки та призводити до пошкоджень заготовок. Основні чинники, що впливають на вібрацію, включають несумісність обладнання, невідповідність кріплення та налаштування, недостатню жорсткість конструкції, нерівномірність обертання або подачі.

Деякі способи зниження вібрації та використання високоточного обладнання включають:

1. Вибір високоякісного обладнання: Високоякісне обладнання, виготовлене з високої якості матеріалів і з високою точністю виготовлення, зазвичай має меншу вібрацію. При виборі обладнання слід звертати увагу на його рейтинг вібрації та точність роботи.
2. Кріплення та закріплення обладнання: Для зменшення вібрації необхідно правильно закріпити обладнання на стійкій і жорсткій основі. Використання спеціальних кріпильних елементів, амортизуючих матеріалів або підкладок може також допомогти знизити вібрацію.
3. Управління обертанням і подачею: Правильне управління швидкістю обертання та подачею інструменту або рухом ріжучого інструменту може допомогти зменшити вібрацію. Оптимальний вибір швидкості та подачі залежить від конкретного матеріалу і процесу обробки.
4. Використання амортизуючих матеріалів і систем: Використання амортизуючих матеріалів, таких як резинові прокладки або амортизатори, може допомогти поглинути вібрацію та зменшити її передачу до основи.
5. Регулярне обслуговування та підтримка обладнання: Регулярне технічне обслуговування та перевірка обладнання допомагають забезпечити його належну

роботу та виключити вплив вібрації від зношування або неправильного налаштування.

Врахування цих факторів та використання високоточного обладнання з мінімальною вібрацією допомагає досягти більш високої точності, якості та продуктивності процесу обробки.

4.3 Використання спеціальних інструментів та режимів обробки

Використання спеціальних інструментів та режимів обробки є важливими аспектами для досягнення високої точності, якості та ефективності обробки. Такі інструменти та режими можуть бути спеціально розроблені для конкретних типів матеріалів, форми заготовок та процесів обробки. Основні аспекти використання спеціальних інструментів та режимів обробки включають:

1. Використання спеціальних ріжучих інструментів: Для різних типів матеріалів та обробок можуть бути розроблені спеціальні ріжучі інструменти, такі як фрези, свердла, ріжучі пластини або ножі. Ці інструменти можуть мати спеціальне покриття, геометрію ріжучої кромки або матеріал, який дозволяє досягнути кращої продуктивності та якості обробки.
2. Використання спеціальних режимів різання: Режими різання, такі як швидкість різання, подача та глибина різання, можуть бути налаштовані спеціально для певних матеріалів або процесів обробки. Наприклад, для обробки твердих матеріалів можуть використовуватись низькі швидкості різання та великі глибини різання, тоді як для м'яких матеріалів можуть використовуватись високі швидкості різання та менші глибини різання.
3. Використання спеціальних режимів подачі: Режими подачі, такі як швидкість подачі, тип подачі (наприклад, поперечна або поздовжня), можуть бути налаштовані для досягнення оптимальної обробки. Наприклад, для деяких процесів обробки може використовуватись інтермітент на подача для

поліпшення якості обробки або отримання певних геометричних характеристик.

4. Використання спеціальних систем охолодження: Деякі процеси обробки можуть вимагати ефективних систем охолодження для зниження теплового впливу та запобігання пошкодженню інструменту або заготовки. Це може включати використання охолоджуючих рідин, повітряних струменів або систем охолодження, що вбудовані в оброблювальне обладнання.

5. Використання комп'ютерного керування та програмного забезпечення: Для деяких складних процесів обробки може використовуватись комп'ютерне керування та програмне забезпечення для точного контролю та налаштування параметрів обробки. Це дозволяє досягти високої точності та повторюваності обробки.

Використання спеціальних інструментів та режимів обробки допомагає досягти більш високої точності, якості та продуктивності обробки. Вибір спеціальних інструментів та режимів залежить від типу матеріалу, форми заготовки, вимог до якості та інших факторів, що впливають на процес обробки.

4.4 Використання спеціальних матеріалів для конструкції корпусу редуктора

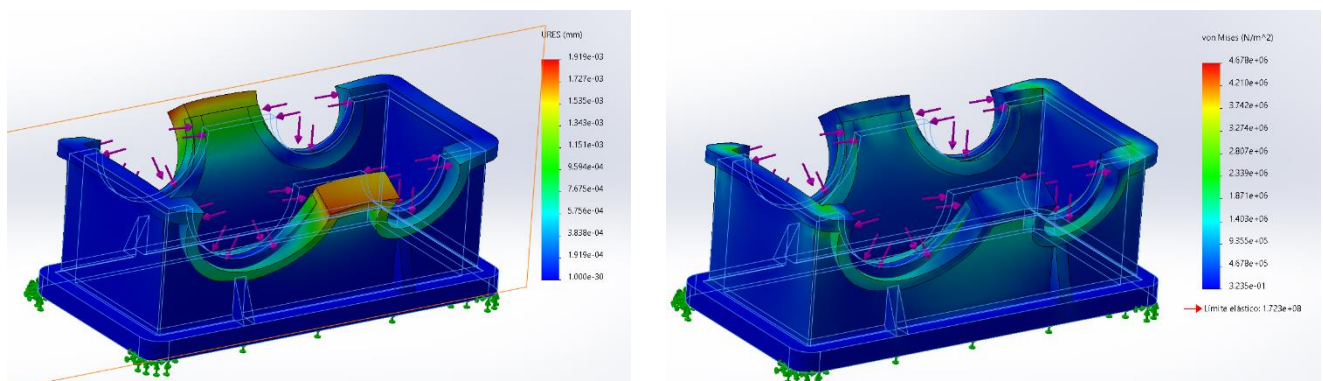


Рис. 4.10 –Аналіз САЕ спеціальних матеріалів для конструкції корпусу редуктора

Використання спеціальних матеріалів для конструкції корпусу редуктора може покращити його міцність, довговічність, стійкість до зношування та інші властивості, що впливають на його функціональність та ефективність. Основні фактори, які слід враховувати при виборі спеціальних матеріалів для корпусу редуктора, включають:

1. **Міцність та стійкість:** Корпус редуктора повинен мати достатню міцність та стійкість, щоб витримувати навантаження та зусилля, які виникають під час роботи. Високоміцні сталі, такі як ковкі сталі або спеціальні леговані сталі, можуть бути використані для забезпечення високої міцності та стійкості.
2. **Зносостійкість:** Корпус редуктора може піддаватися зносу через тріщини, подряпини або інші механічні впливи. Використання спеціальних зносостійких матеріалів, таких як спеціальні сплави або оброблені покриття, може покращити стійкість корпусу до зношування.
3. **Легкість та маса:** Легкість матеріалу корпусу редуктора може бути важливою для зниження маси та енергоефективності системи. Матеріали, такі як алюміній, магній або їх сплави, можуть бути використані для забезпечення легкості та мінімізації маси корпусу.
4. **Теплопровідність:** Редуктори можуть виробляти тепло під час роботи, і ефективна теплопровідність може бути важливою для розсіювання тепла та підтримання оптимальної температури. Матеріали з високою теплопровідністю, наприклад, алюміній або мідь, можуть бути використані для поліпшення теплового управління.
5. **Корозійна стійкість:** Якщо редуктор піддається впливу вологості, агресивних середовищ або хімічних речовин, важливо використовувати матеріали з високою

корозійною стійкістю, такі як нержавіюча сталь або спеціальні антикорозійні сплави.

При виборі спеціальних матеріалів для конструкції корпусу редуктора, важливо враховувати конкретні вимоги та умови експлуатації редуктора. Розробникам інженерії слід провести докладне дослідження та використовувати відповідні матеріали, які задовольняють потреби проекту та забезпечують оптимальну продуктивність та довговічність редуктора.

4.5. Висновки

- Великі зернисті матеріали дають зубчасті стружки на всіх швидкостях різання.
- Великі зернисті матеріали демонструють більш нерівномірну деформацію, ніж дрібнозернисті матеріали.
- Дрібнозернистий матеріал дає безперервну стружку при низьких швидкостях різання (30 і 60 м/хв) і сегментована стружка на високих швидкостях різання (120-480 м/хв).
- Вища швидкість різання забезпечує менші зусилля різання.
- Загартований матеріал демонструє більш локалізований зсув, ніж незатверділий матеріал.
- Зусилля різання для загартованих матеріалів нижчі, ніж для незатверділих матеріалів.
- Вища швидкість різання майже не дає різниці в ширині сегмента.
- Вища швидкість різання забезпечує більш локалізований зсув, тонші зони зсуву між ними сегменти.

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Розрахунок собівартості деталі

Вартість виробу розраховується відповідно до типових положень з промислового дизайну, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг).

5.1.1 Сировина та матеріали

Витрати на закупівлю матеріалів розраховуються на основі стандартних витрат і цін, включаючи транспортні та закупівельні витрати:

$$C_m = k_{т.з.} \cdot q_m \cdot C_m = 1,08 \cdot 4,1 \cdot 40 = 177,12 \text{ грн/шт.} \quad (4.1)$$

де

q_m – норма витрат матеріалу на одиницю виготовлюваної продукції, $q_m = 4,4$ кг/шт;
 C_m – ціна 1 кг матеріалу, $C_m = 40$ грн; $k_{мз}$ – коефіцієнт, що враховує транспортні та заготівельні витрати.

Приймаємо в розрахунках $k_{мз} = 1,08$.

5.1.2 Зворотні відходи

Сировина, запаси, напівфабрикати та інші види матеріальних залишків віднімаються від загальних витрат:

$$C_v = q_v \cdot C_v = 1,46 \cdot 11 = 14,6 \text{ грн/шт.} \quad (4.2)$$

де

q_v – маса відходів на одиницю продукції, $q_v = 1,46$ кг/шт; C_v – ціна зворотних відходів, $C_v = 10$ грн/кг.

5.1.3 Паливо та енергія на технологічні цілі

До цього розділу враховуються витрати на паливо та енергію, що використовуються у виробництві:

Технічні витрати та витрати на електрику $C_{ен}$ розраховують по формулі:

$$C_{ен} = \Pi_{ен} \cdot n_o \cdot N_{в} \cdot T_p \cdot k_{еч} \cdot k_{еп} = 1,65 \cdot 1 \cdot 22,4 \cdot 2000 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 50265,6 \text{ грн.} \quad (4.3)$$

де

$\Pi_{ен}$ – тарифи за кВт-год електроенергії, $\Pi_{ен} = 1,65$ грн;

n_{oi} – кількість обладнання, де у використанні на виробництві застосовується енергія, як технологічна, $n_{oi} = 2$;

$N_{вi}$ – потужність обладнання по технологічним даним, $N_{вi} = 22,4$ кВт;

T_{pi} – корисний фонд часу роботи обладнання за рік, $T_{pi} = 2000$ годин;

$k_{вi}$ – коефіцієнт використання електрообладнання за часом, $k_{вi} = 0,85$;

k_{en} – коефіцієнт використання електрообладнання за потужністю, $k_{en} = 0,8$.

Розподіл витрат на одиницю виготовлюваної продукції $C_{вно}$ розраховують по формулі:

$$C_{ен1} = C_{ен}/Q = 50265,6/300 = 167,552 \text{ грн/шт.} \quad (4.4)$$

де

$Q = 300$ штук, обсяг виробництва.

5.1.4 Основна заробітна плата

Витрати по даному розділу розраховують відповідно до кожної операції залежно від норми часу та часового тарифу, ставки робітників:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^n C_{Ti} \cdot t_{шi} = 80 \cdot 0,49 = 39,2 \text{ грн/шт,} \quad (4.5)$$

де C_{mi} – погодинна ставка тарифу для конкретного виду робіт (операцій), грн; $t_{шi}$ – норма часу для конкретного виду операцій, кількості годин. Приймаємо $C_m = 80$ грн для оператора верстатів з числовим програмним управлінням. Норми та розподіл часу було розраховано у п. 2.11.2.

5.1.5 Додаткова заробітна плата

Вартість відповідної секції визначається як відсоток від базової ставки за одиницю продукції. Ми припустили, що ставка додаткової націнки становить 30%:

$$C_{зд} = C_{зо} \cdot 0,3 = 39,2 \cdot 0,3 = 11,76 \text{ грн/шт.} \quad (4.6)$$

5.1.6 Нарахування на заробітну плату

Крім того, необхідно враховувати обов'язковий податок, що сплачується під час виплати заробітної плати, - єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, який становить 38,11% (для відповідного класу професійного ризику виробництва):

$$C_{стр} = (C_{зо} + C_{зд}) \cdot 0,3811 = (39,2 + 11,76) \cdot 0,3811 = 19,42 \text{ грн/шт.} \quad (4.7)$$

5.1.7 Витрати на утримання та експлуатацію устаткування

Станом на 10.05.2020 вартість вертикального обробного центру з ЧПК HAAS VF-2 TR становить 69856,00 грн. за курсом НБУ 26,8 грн. за 1 долар США, що становить 1 872 140 грн.

Поточний виробничий процес вимагає постійного оновлення верстатів та обладнання. Для оновлення та модернізації основних фондів здійснюється амортизація, яка є перенесенням втраченої вартості з основних фондів на вироблену продукцію. Амортизація використовується для компенсації вартості обладнання, втраченої під час його використання.

Основні засоби амортизуються до досягнення залишкової вартості об'єкта ліквідаційної вартості відповідно до пп. 145.1.4 ПКУ. Для орієнтації щодо ліквідаційної вартості будемо спиратися на визначення, наведене в п. 4 П(С)БО 7: це сума коштів або сума різних активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації або ліквідації необоротного активу після закінчення строку його корисного використання, за вирахуванням витрат, пов'язаних з ліквідацією та

продажем. Визначити ліквідаційну вартість конкретного основного засобу складно, оскільки практично неможливо заздалегідь знати, яка вартість верстата і яка сума грошових коштів буде отримана в разі ліквідації активу.

Припустимо, що строк корисного використання верстата становить 5 років. Ліквідаційна ціна становитиме близько 1 000 000 гривень.

Ми будемо використовувати кумулятивний метод для розрахунку вартості обладнання, яка амортизується щороку. Для розрахунку цього методу ми використовуємо кумулятивний коефіцієнт, який буде визначатися на основі років використання обладнання.

Розрахунок амортизаційних відрахувань наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Рік	Амортизаційні відрахування, грн	Нараховані амортизаційні відрахування, грн	Залишкова вартість, грн
-	-	-	1 872 140
1	290 713	290 713	1 581 427
2	232 570	523 283	1 348 857
3	174 428	697 711	1 174 429
4	116 285	813 996	1 058 144
5	58 142	872 140	1 000 000

Якщо ви розрахуєте амортизаційні витрати кумулятивним методом, то побачите, що за перший рік використання обладнання втрачає у вартості 290 713 грн. Враховуючи, що на виробництво партії продукції йде близько 20 робочих днів, ми припускаємо, що ви понесете 8% амортизаційних витрат, тобто 23 257 грн.

Розподіл цих витрат на одиницю продукції:

$$C_y = 23\,257 / 300 = 77.52 \text{ грн/шт.}$$

5.1.8 Відшкодування зносу інструментів, витрати на верстатні пристрої

У таблиці 4.3 наведено вартість інструментів, що використовуються для обробки деталі "корпус клапана". Вартість інструментів була отримана зі спеціалізованих інтернет-магазинів верстатів та ріжучого обладнання. Станом на 08.06.2022 ці ціни є актуальними.

Також можна припустити, що виробничий цех раніше був оснащений необхідними шпинделями та тримачами для інструментів. Ми не враховуємо ці витрати при розрахунку собівартості..

Таблиця 4.2. Вартість інструментального оснащення

Інструментальне оснащення				
Найменування	Маркування	Вартість одиниці, грн/шт.	Кількість на 300 деталей	Вартість на партію, грн
Фреза торцевая насадная 80мм	ASX445-080	2479,5	3	7438,5
Фреза концевая 18мм	APX3000-18 (SECO)	1165,8	5	5829
Фреза концевая 36 мм	APX3000-36 (SECO)	2766,6	3	8299,8
Фреза концевая 22 мм	APX3000-22 (SECO)	1374,6	5	6873
Фреза концевая 38 мм	APX3000-32 (SECO)	2586,6	3	7759,8
Центровочное сверло	MC0122X (SECO)	154	5	770
Сверло по металлу D10мм	MWE1000SA (SECO)	153,41	10	1534,1
Сверло по металлу D7мм	MWE0680SA (SECO)	49,01	3	147,03
Сверло по металлу D11мм	MWE1100SA (SECO)	118,32	3	354,96
Сверло по металлу D16мм	MWE1600SA (SECO)	274,92	3	824,76
Сверло по металлу D18мм	MWE1800SA (SECO)	527,51	3	1582,53

Сверло по металлу D6мм	MWE0610SA (SECO)	28,71	5	143,55
Сверло по металлу D3мм	MWE0300MA (SECO)	11,6	5	58
Сверло по металлу D10мм	MWE1000SA (SECO)	134,27	5	671,35
Сверло по металлу D4мм	MWE0400SA (SECO)	16,24	6	97,44
Сверло по металлу D5мм	MWE0500MA (SECO)	39,44	4	157,76
Фреза фасочная (зенковка)	SPTC16	783	5	3915
Метчик винтовой M8	MTS- K002(SECO)	215,76	6	1294,56
Метчик винтовой M12	MTS- K002(SECO)	501,12	3	1503,36
Метчик M18	MTS- K002(SECO)	1612,11	3	4836,33

Таблиця 4.3. Вартість верстатного оснащення

Стандартні елементи верстатних пристроїв для трьох операцій			
Найменування	Вартість одиниці	Кількість	Вартість на партію
Стіл поворотний HAAS HRT100	135000	1	135000
Самоцентрівні лещата Gerardi	32000	1	32000
Болт M10x1,5	25	2	50
Шайба 12x5	5	4	20
Всього:			167 070

Припустимо, що виробництво виділило 20 000 грн на виготовлення та придбання додаткового спеціального обладнання.

Відповідна сума на одиницю продукції для компенсації зносу інструментів та верстатів розраховується за формулою:

$$C_o = \frac{68922,01 + 167070 + 20\,000}{300} = 853,3 \text{ грн/шт.} \quad (4.8)$$

5.1.9 Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати формуються виходячи з витрат на утримання та експлуатацію устаткування та заробітної плати:

$$= k_{зв}(C_{зо} + C_y) = 0,3 \cdot (39,2 + 77,52) = 35, \quad C_{зв} = 35,02 \text{ грн/шт.} \quad (4.9)$$

де $k_{зв}$ – коефіцієнт загальновиробничих витрат, $k_{зв} = 0,3$.

5.1.10 Загальногосподарські витрати

Розподілення загальновиробничих витрат:

$$C_{зг} = k_{зг}(C_{зо} + C_y) = 0,8 \cdot (39,2 + 77,52) = 93,37 \text{ грн/шт.} \quad (4.10)$$

де $k_{зг}$ – норматив загальногосподарських витрат, $k_{зг} = 0,8$.

5.1.11 Інші виробничі витрати

Інші виробничі витрати приймають 0,5% від загальних виробничих витрат:

$$C_{ін} = 0,005 \cdot 35,02 = 0,17 \text{ грн/шт.} \quad (4.11)$$

5.1.12 Позавиробничі витрати

Норматив позавиробничих та інших комерційних витрат приймаємо 5% від загальновиробничих витрат:

$$C_{поз.вит.} = 0,05 \cdot 35,02 = 1,75 \text{ грн/шт.} \quad (4.12)$$

Таблиця 4.5. Калькуляція собівартості продукції

№	Найменування статей калькуляції	Всього	Питома вага
1	Сировина та матеріали	177,12	11,88

2	Зворотні відходи	14,60	0,98
3	Паливо та енергія на технологічні цілі	167,55	11,24
4	Основна заробітна плата	39,20	2,63
5	Додаткова заробітна плата	11,76	0,79
6	Відрахування на соціальне страхування	19,42	1,30
7	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	77,52	5,20
8	Відшкодування зносу інструментів та верстатних пристроїв	853,30	57,24
9	Загальновиробничі витрати	35,02	2,35
	Виробнича собівартість	1395,49	93,61
10	Загальногосподарські витрати	93,37	6,26
11	Інші виробничі витрати	0,17	0,01
12	Позавиробничі витрати	1,75	0,12
	Повна собівартість	1490,78	100,00

Отже, вартість виготовлення деталі «Корпус клапанної секції» становить 1490,78 грн.

5.2 Висновок

У цьому розділі розглядаються витрати на серійне виробництво компонента "Корпус клапана". Згідно з розрахунками, представленими раніше, собівартість одиниці кожного виробу становить 1490,78 грн., що є середньою ринковою ціною на відповідний вид продукції в Україні.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Основні вимоги та заходи безпеки при роботі верстатного обладнання

6.1.1 Основи охорони праці

Згідно зі статтею 15 Закону про охорону праці, на підприємствах, де працює 50 і більше осіб, повинні бути створені служби охорони праці, що базуються на принципах і положеннях охорони праці. Крім того, на підприємстві повинна бути розроблена структура служби охорони праці, виходячи з особливостей виробництва. Вона повинна містити положення про роботу та функції щонайменше 50 осіб, які повинні мати відповідну підготовку для виконання роботи за сумісництвом конкретного персоналу. Якщо на підприємстві є менше 20 кваліфікованих працівників відповідно до Закону про охорону праці, можна, за необхідності, найняти кваліфікованих працівників зі сторони з відповідним досвідом, які пройшли відповідне навчання з питань охорони праці.

6.1.2 Інструкції та основи по охороні праці

Відповідно до статті 13 Закону "Про охорону праці", кожен роботодавець зобов'язаний затвердити документи, що стосуються охорони праці. Інструкції та документи, які є основою безпечної роботи на підприємстві, є обов'язковими для виконання на виробництві. На промислових підприємствах, у виробничих цехах, на будівельних майданчиках і на всіх інших робочих місцях і робочих ділянках дотримання інструкцій і правил безпеки є обов'язковим. Відповідальні за виробництво зобов'язані регулярно контролювати дотримання правил охорони праці та техніки безпеки.

6.1.3 Інструктаж відповідно до положень про охорону праці

Коли роботодавець наймає нового фахівця для роботи на виробництві, обов'язковим є первинне інформування про охорону праці та безпеку на робочому

місці. Обов'язковим є інформування нового працівника про потенційні фактори ризику на конкретному виробничому об'єкті. Після інструктажу працівник повинен підтвердити отримання інструктажу підписом у розписці або в журналі реєстрації інструктажу з техніки безпеки.

Перед прийняттям на роботу новий працівник в обов'язковому порядку проходить стажування, перевірку знань та перевірку навичок. Метою є забезпечення безпечних умов праці на виробничому майданчику. Виробничий підрозділ повинен мати спеціаліста для регулярного щорічного оновлення спеціалістів. Керівник виробництва повинен стежити за проведенням інструктажу. Крім того, спеціаліст з охорони праці відповідає за проведення позапланових оновлень, специфічних оновлень та роботу з новим обладнанням. Необхідно вести регулярний облік оновлень.

6.1.4 Перевірка знань по охороні праці

Регулярне навчання є обов'язковим на небезпечних робочих місцях відповідно до Закону про охорону праці. Навчання повинно проводитися щорічно для закріплення та оновлення знань про заходи безпеки в секторах з підвищеним ризиком. Перед черговим навчанням необхідно перевірити знання з техніки безпеки кожного працівника. Перевірку може проводити спеціальна комісія, створена на виробництві. Роботу комісії контролює керівник виробництва.

6.1.5 Медичний огляд

При прийомі на роботу нового фахівця роботодавець зобов'язаний провести медичний огляд за власний рахунок. Це забезпечує безпеку інших працівників. Прийом на роботу може відбутися тільки після отримання остаточного висновку медичного огляду. Також обов'язковим є те, що кожен працівник має можливість проходити періодичний медичний огляд. Записи про періодичні медичні огляди повинні зберігатися в особистій медичній книжці, яка зберігається на робочому місці або в спеціальному медичному закладі.

Якщо працівник працює з потенційно небезпечними речовинами, реабілітація за рахунок компанії є обов'язковою.

6.1.6 Засоби захисту

Якщо працівники працюють з потенційно небезпечними рідинами та токсичними відходами, компанія повинна забезпечити їх відповідними засобами захисту: респіраторами, рукавичками, захисними костюмами. Крім того, компанії повинні забезпечити своїх працівників спеціальним одягом та спеціальним взуттям, в якому працівник виконує свої обов'язки.

6.1.7 Перевірка робочого простору

Перед початком зміни обов'язково перевіряється безпека робочих місць, обладнання, інструментів та потенційно небезпечних джерел. Перевірка може здійснюватися відповідальною особою або керівником виробництва.

Якщо на робочому місці виявлено несправність, робота повинна бути негайно припинена, а працівник повинен бути переведений на інше робоче місце. Якщо змінити робоче місце неможливо, працівник повинен отримати компенсацію за час, протягом якого він був позбавлений можливості виконувати свої обов'язки.

6.1.8 Обов'язкове страхування та нещасні випадки

Усі працівники повинні бути обов'язково застраховані за рахунок компанії. У разі нещасного випадку фабрика повинна надати повну компенсацію працівникам та їхнім сім'ям.

Компанія повинна відстежувати нещасні випадки та розслідувати їх причини, щоб гарантувати, що вони не повторяться на підприємстві..

6.2 Вимоги по експлуатації верстатних пристроїв

Працюючи з верстатами на підприємстві, всі працівники повинні дотримуватися певних правил і принципів:

- Перед початком роботи працівник зобов'язаний пройти відповідний інструктаж та підтвердити можливість фізичного виконання своїх обов'язків;
- Перед запуском верстатного пристрою необхідна перевірка всіх систем пристрою;
- При роботі верстатного обладнання, воно повинно бути зачинене, працівник повинен знаходитися у безпечному місці;
- У випадку необхідності відлучення від робочого місця, працівник повинен забезпечити відключення всіх потенційно небезпечних систем, та блокувати роботу станка;
- В кінці робочого дня працівник зобов'язаний прибрати робоче місце, та доповісти керівнику відділу.
- У разі виявлення будь яких несправностей в роботі обладнання повідомити про це відповідальній особі.

6.3 Висновок

Охорона праці є невід'ємною частиною кожного виробничого підрозділу. Її дотримання допоможе зменшити кількість нещасних випадків та забезпечити постійну безпеку працівників. У разі недотримання правил охорони праці відповідні державні інспекційні органи можуть призупинити діяльність підприємства..

7. Література

1. Горбачевич А.Ф. Шкред В.А. Курсове проектування по ТМС. - Мінськ: Вища школа. 1983 р. -256 с.
2. ГОСТ 2.316-68. Правила нанесення на кресленнях написів, технічних вимог і таблиць.
3. Обработка металлов резанием. Довідник технолога. Під реакцією канд. техн. наук Монахова.
4. Загальномашинобудівні нормативи години й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПУ. Частина 1. Нормативи години.: М.: Економіка. 1990р. - 206с.
5. Загальномашинобудівні нормативи години й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПУ. Частина 2. Нормативи режимів різання.: М.: Економіка. 1990р. - 474 с.
6. Родін П.Р. Металорізальні інструменти. Підручник для вузів. 3-і видання перероблений і доповнене - Київ: Вища школа. 1986р. - 455с.
7. Довідник технолога-машинобудівника в 2-х томах Т1. Під ред. А.Г. Косиловой і Р.К. Мещерякова - 4-і изд. перероблене й доповнене - М.: Машинобудування. 1986р. - 656 с.
8. Довідник технолога-машинобудівника В 2-х томах Т2. Під ред. А.Г. Косиловой і Р.К. Мещерякова - 4-і изд. перероблене й доповнене - М.: Машинобудування. 1986р. - 496 с.
9. Довідник пристосування: Довідник. В 2-х томах. Під ред. Б.Н. Вардашкина, Т1 : М.: Машинобудування. 1984р. - 592 с.
10. Довідник пристосування: Довідник. В 2-х томах. Під ред. Б.Н. Вардашкина, Т2 : М.: Машинобудування. 1984р. - 656 с.
11. Расчет режимов резания при точении. Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Теория резания». Для самостоятельной работы студентов специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» и слушателей ФПК / Сост. В. В. Коваленко и др. – К.: КПИ, 1987. – 64 с.
12. Материал пластины. Стандарты [Електронний ресурс]. – 2017. –

Режимдоступу до ресурсу: <http://www.ameka.ru/>.

13. Е.И. Стружестрах. Справочник нормировщика-машиностроителя. Том 2. Техническое нормирование станочных работ / Е.И. Стружестрах. – 1961. – С. 826.

14. Общий Каталог: Вращающийся Инструмент [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.secotools.com/>.

15. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. // Научноисследовательский институт труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам (НИИ труда). – 1974. – С. 472.

16. STD / StdFLEX / OK Series MORSE - VISES [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: www.gerardi.it.

17. Технология машиностроения: Методические указания по расчету припусков и размеров заготовок / Зильбер А.Г. – Харьков: УЗПИ, 1985. – 56 с.

18. Записка "Курсовое проектирование станочного приспособления" [Электронный ресурс] // 2015 – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/>.

19. Технологічне Оснащення Методичні вказівки та завдання до практичних робіт для студентів денної форми навчання спеціальності 5.05050302 «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях» (133 Галузеве машинобудування) / Пасько М.М., – 2018. – С. 54.

20. Основи технології машинобудування. Частина 1 : [практикум] / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 106 с.

21. Методичний посібник до виконання індивідуального конструкторського проекту з практичних розрахунків затискних верстатних пристроїв при вивченні дисципліни “Технологічне оснащення” для студентів спеціальності 7.090202 “Технологія машинобудування” та 5.05050302 “Технологія обробки матеріалів на верстатах та автоматичних лініях”/ Т.В. Біркіна, - Олександрія: В.В. Зіль, В.І. Холоша – Д.: Національний гірничий факультет, 2010 – с. 69

22. Конструктору станочных приспособлений.; Справ. пособие. /

Антонюк В. Е. – Мн.: Беларусь, 1991. – 400 с.

23. Аналіз і дослідження систем для створення та реалізації лабораторних практикумів в віртуальних середовищах [Електронний ресурс] / І. С. Сімінчук, В. М. Кореньков // Інновації молоді в машинобудуванні; Інновації молоді в машинобудуванні 2020. – 2020. – с. 506-509 – Режим доступу до ресурсу: <http://immmmi.kpi.ua/imm2020/paper/view/21638>.

24. Килов А.С., Попов А.В., Недыхалов В.А.. Производство заготовок. Литье. Книга 3. Проектирование и производство отливок (литых заготовок), Оренбург, 2004 г.

25. Косилова А.Г., Мещеряков Р.П. Справочник технолога машиностроителя. Том 1. М., «Машиностроение», 1986. – 656 с

26. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 1/Под ред.. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е узд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656с., ил.

27. Сайт HAAS. Режим доступу до інтернет сторінки: <https://www.haascnc.com/index.html>.

28. ДСТУ 2391-94 Система технологічної документації Терміни та визначення.

29. Sandvik Coromant. Режим доступу до інтернет сторінки: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolguide.aspx>

30. Режим доступу до інтернет сторінки: <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/137944.pdf>

ДОДАТКИ

[illegible]

G код для корпусу редуктора в CAD програмі SolidWorks/Mastercam

UNITS/ MM

BOX/ 50.000000,19.002234,-24.999948,100.000000,38.004468,50.000103

CUTTER/ 20.000000,0.000000,10.000000,0.000000,0.000000,100.000000,

TLAXIS/ 0.000000,1.000000,0.000000

OPFEATSTART/Desbaste1-Cajera Rectangular1

ROTABL/ -1.570796,AAXIS,TABLE,CCLW

ROTABL/ -0.000000,BAXIS,TABLE,CCLW

ROTABL/ 0.000000,CAXIS,TABLE,CCLW

RAPID/

GOTO/ 32.247684,-7.250000,25.000000

RAPID/

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-0.504468

FEDRAT/ MMPM,194.608114

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-13.004468

FEDRAT/ MMPM,778.432457

GOTO/ 32.247684,7.250000,-13.004468

GOTO/ -32.252316,7.250000,-13.004468

GOTO/ -32.252316,-7.250000,-13.004468

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-13.004468

GOTO/ 32.247684,7.250000,-13.004468

GOTO/ -32.252316,7.250000,-13.004468

GOTO/ -32.252316,-7.250000,-13.004468

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-13.004468

RAPID/

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-10.504468

FEDRAT/ MMPM,194.608114

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-20.252978

FEDRAT/ MMPM,778.432457

GOTO/ 32.247684,7.250000,-20.252978

GOTO/ -32.252316,7.250000,-20.252978

GOTO/ -32.252316,-7.250000,-20.252978

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-20.252978

GOTO/ 32.247684,7.250000,-20.252978

GOTO/ -32.252316,7.250000,-20.252978

GOTO/ -32.252316,-7.250000,-20.252978

GOTO/ 32.247684,-7.250000,-20.252978

RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-17.752978
 FEDRAT/ MMPM,194.608114
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-27.501488
 FEDRAT/ MMPM,778.432457
 GOTO/ 32.247684,7.250000,-27.501488
 GOTO/ -32.252316,7.250000,-27.501488
 GOTO/ -32.252316,-7.250000,-27.501488
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-27.501488
 GOTO/ 32.247684,7.250000,-27.501488
 GOTO/ -32.252316,7.250000,-27.501488
 GOTO/ -32.252316,-7.250000,-27.501488
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-27.501488
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-25.001488
 FEDRAT/ MMPM,194.608114
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-34.749998
 FEDRAT/ MMPM,778.432457
 GOTO/ 32.247684,7.250000,-34.749998
 GOTO/ -32.252316,7.250000,-34.749998
 GOTO/ -32.252316,-7.250000,-34.749998
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-34.749998
 GOTO/ 32.247684,7.250000,-34.749998
 GOTO/ -32.252316,7.250000,-34.749998
 GOTO/ -32.252316,-7.250000,-34.749998
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-34.749998
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-32.249998
 FEDRAT/ MMPM,194.608114
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-34.999998
 FEDRAT/ MMPM,778.432457
 GOTO/ 32.247684,7.250000,-34.999998
 GOTO/ -32.252316,7.250000,-34.999998

GOTO/ -32.252316,-7.250000,-34.999998
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-34.999998
 GOTO/ 32.247684,7.250000,-34.999998
 GOTO/ -32.252316,7.250000,-34.999998
 GOTO/ -32.252316,-7.250000,-34.999998
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-34.999998
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 32.247684,-7.250000,25.000000
 ROTABL/ -0.000000,CAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ 0.000000,BAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ 1.570796,AAXIS,TABLE,CCLW
 OPFEATEND/Desbaste1-Cajera Rectangular1
 CUTTER/ 10.000000,0.000000,5.000000,0.000000,0.000000,0.000000,73.000000,
 TLAXIS/ 0.000000,1.000000,0.000000
 OPFEATSTART/Desbaste2-Cajera Rectangular1
 ROTABL/ -1.570796,AAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ -0.000000,BAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ 0.000000,CAXIS,TABLE,CCLW
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,25.000000
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-8.004468
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-8.004468
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-8.004468,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-8.004468
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-8.004468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-5.504468
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-12.462056
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-12.462056

CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-12.462056,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-12.462056
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-12.462056
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-9.962056
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-16.919644
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-16.919644
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-16.919644,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-16.919644
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-16.919644
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-14.419644
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-21.377233
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-21.377233
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-21.377233,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-21.377233
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-21.377233
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-18.877233
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-25.834821
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-25.834821
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-25.834821,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-25.834821
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-25.834821
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/

GOTO/ 37.247684,-12.250000,-23.334821
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-30.292409
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-30.292409
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-30.292409,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-30.292409
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-30.292409
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-27.792409
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-34.749998
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-34.749998
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-34.749998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-34.749998
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-34.749998
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-32.249998
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-34.999998
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.247684,-7.000000,-34.999998
 CIRCLE/ 31.997684,-7.000000,-34.999998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 31.997684,-12.250000,-34.999998
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-34.999998
 RAPID/
 GOTO/ 37.247684,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ 31.997684,12.250000,-8.004468
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-8.004468,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ 37.247684,7.000000,-8.004468

GOTO/ 37.247684,12.250000,-8.004468
GOTO/ 31.997684,12.250000,-8.004468
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-5.504468
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ 31.997684,12.250000,-12.462056
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-12.462056,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
GOTO/ 37.247684,7.000000,-12.462056
GOTO/ 37.247684,12.250000,-12.462056
GOTO/ 31.997684,12.250000,-12.462056
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-9.962056
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ 31.997684,12.250000,-16.919644
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-16.919644,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
GOTO/ 37.247684,7.000000,-16.919644
GOTO/ 37.247684,12.250000,-16.919644
GOTO/ 31.997684,12.250000,-16.919644
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-14.419644
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ 31.997684,12.250000,-21.377233
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-21.377233,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
GOTO/ 37.247684,7.000000,-21.377233
GOTO/ 37.247684,12.250000,-21.377233
GOTO/ 31.997684,12.250000,-21.377233
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ 31.997684,12.250000,-18.877233

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ 31.997684,12.250000,-25.834821

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-25.834821,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ 37.247684,7.000000,-25.834821

GOTO/ 37.247684,12.250000,-25.834821

GOTO/ 31.997684,12.250000,-25.834821

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-23.334821

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ 31.997684,12.250000,-30.292409

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-30.292409,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ 37.247684,7.000000,-30.292409

GOTO/ 37.247684,12.250000,-30.292409

GOTO/ 31.997684,12.250000,-30.292409

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-27.792409

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ 31.997684,12.250000,-34.749998

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-34.749998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ 37.247684,7.000000,-34.749998

GOTO/ 37.247684,12.250000,-34.749998

GOTO/ 31.997684,12.250000,-34.749998

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-32.249998

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ 31.997684,12.250000,-34.999998

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ 31.997684,7.000000,-34.999998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ 37.247684,7.000000,-34.999998

GOTO/ 37.247684,12.250000,-34.999998

GOTO/ 31.997684,12.250000,-34.999998

RAPID/

GOTO/ 31.997684,12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-8.004468

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-8.004468,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-8.004468

GOTO/ -37.252316,12.250000,-8.004468

GOTO/ -37.252316,7.000000,-8.004468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-5.504468

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-12.462056

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-12.462056,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-12.462056

GOTO/ -37.252316,12.250000,-12.462056

GOTO/ -37.252316,7.000000,-12.462056

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-9.962056

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-16.919644

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-16.919644,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-16.919644

GOTO/ -37.252316,12.250000,-16.919644

GOTO/ -37.252316,7.000000,-16.919644

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-14.419644

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-21.377233

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-21.377233,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-21.377233

GOTO/ -37.252316,12.250000,-21.377233

GOTO/ -37.252316,7.000000,-21.377233

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-18.877233

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-25.834821

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-25.834821,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-25.834821

GOTO/ -37.252316,12.250000,-25.834821

GOTO/ -37.252316,7.000000,-25.834821

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-23.334821

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-30.292409

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-30.292409,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-30.292409

GOTO/ -37.252316,12.250000,-30.292409

GOTO/ -37.252316,7.000000,-30.292409

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -37.252316,7.000000,-27.792409

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -37.252316,7.000000,-34.749998

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-34.749998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -32.002316,12.250000,-34.749998

GOTO/ -37.252316,12.250000,-34.749998

GOTO/ -37.252316,7.000000,-34.749998

RAPID/
GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ -37.252316,7.000000,-32.249998
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ -37.252316,7.000000,-34.999998
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
CIRCLE/ -32.002316,7.000000,-34.999998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
GOTO/ -32.002316,12.250000,-34.999998
GOTO/ -37.252316,12.250000,-34.999998
GOTO/ -37.252316,7.000000,-34.999998
RAPID/
GOTO/ -37.252316,7.000000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-8.004468
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-8.004468,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
GOTO/ -37.252316,-7.000000,-8.004468
GOTO/ -37.252316,-12.250000,-8.004468
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-8.004468
RAPID/
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-5.504468
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-12.462056
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-12.462056,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
GOTO/ -37.252316,-7.000000,-12.462056
GOTO/ -37.252316,-12.250000,-12.462056
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-12.462056
RAPID/
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468
RAPID/
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-9.962056
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ -32.002316,-12.250000,-16.919644

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-16.919644,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -37.252316,-7.000000,-16.919644

GOTO/ -37.252316,-12.250000,-16.919644

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-16.919644

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-14.419644

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-21.377233

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-21.377233,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -37.252316,-7.000000,-21.377233

GOTO/ -37.252316,-12.250000,-21.377233

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-21.377233

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-18.877233

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-25.834821

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-25.834821,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -37.252316,-7.000000,-25.834821

GOTO/ -37.252316,-12.250000,-25.834821

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-25.834821

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-23.334821

FEDRAT/ MMPM,453.005402

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-30.292409

FEDRAT/ MMPM,1812.021609

CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-30.292409,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE

GOTO/ -37.252316,-7.000000,-30.292409

GOTO/ -37.252316,-12.250000,-30.292409

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-30.292409

RAPID/

GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-27.792409
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-34.749998
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-34.749998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ -37.252316,-7.000000,-34.749998
 GOTO/ -37.252316,-12.250000,-34.749998
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-34.749998
 RAPID/
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-32.249998
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-34.999998
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 CIRCLE/ -32.002316,-7.000000,-34.999998,0.000000,0.000000,1.000000,5.250000,CLOCKWISE
 GOTO/ -37.252316,-7.000000,-34.999998
 GOTO/ -37.252316,-12.250000,-34.999998
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-34.999998
 RAPID/
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,-0.504468
 RAPID/
 GOTO/ -32.002316,-12.250000,25.000000
 ROTABL/ -0.000000,CAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ 0.000000,BAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ 1.570796,AAXIS,TABLE,CCLW
 OPFEATEND/Desbaste2-Cajera Rectangular1
 CUTTER/ 10.000000,0.000000,5.000000,0.000000,0.000000,0.000000,73.000000,
 TLAXIS/ 0.000000,1.000000,0.000000
 OPFEATSTART/Contorneado1-Cajera Rectangular1
 ROTABL/ -1.570796,AAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ -0.000000,BAXIS,TABLE,CCLW
 ROTABL/ 0.000000,CAXIS,TABLE,CCLW
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,25.000000
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468

FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-8.004468
 CUTCOM/ ON
 CUTCOM/ LEFT
 FEDRAT/ MMPM,1359.016207
 GOTO/ -1.709423,-12.207107,-8.004468
 CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-8.004468,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ -1.002316,-12.500000,-8.004468
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.497684,-12.500000,-8.004468
 GOTO/ 37.497684,12.500000,-8.004468
 GOTO/ -37.502316,12.500000,-8.004468
 GOTO/ -37.502316,-12.500000,-8.004468
 GOTO/ 0.997684,-12.500000,-8.004468
 CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-8.004468,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ 1.704791,-12.207107,-8.004468
 CUTCOM/ OFF
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-8.004468
 RAPID/
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-5.004468
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-12.503723
 CUTCOM/ ON
 CUTCOM/ LEFT
 FEDRAT/ MMPM,1359.016207
 GOTO/ -1.709423,-12.207107,-12.503723
 CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-12.503723,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ -1.002316,-12.500000,-12.503723
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.497684,-12.500000,-12.503723
 GOTO/ 37.497684,12.500000,-12.503723
 GOTO/ -37.502316,12.500000,-12.503723
 GOTO/ -37.502316,-12.500000,-12.503723
 GOTO/ 0.997684,-12.500000,-12.503723
 CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-12.503723,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE

GOTO/ 1.704791,-12.207107,-12.503723
CUTCOM/ OFF
GOTO/ 2.411898,-11.500000,-12.503723
RAPID/
GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
RAPID/
GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468
RAPID/
GOTO/ -2.416530,-11.500000,-9.503723
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ -2.416530,-11.500000,-17.002978
CUTCOM/ ON
CUTCOM/ LEFT
FEDRAT/ MMPM,1359.016207
GOTO/ -1.709423,-12.207107,-17.002978
CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-17.002978,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
GOTO/ -1.002316,-12.500000,-17.002978
FEDRAT/ MMPM,1812.021609
GOTO/ 37.497684,-12.500000,-17.002978
GOTO/ 37.497684,12.500000,-17.002978
GOTO/ -37.502316,12.500000,-17.002978
GOTO/ -37.502316,-12.500000,-17.002978
GOTO/ 0.997684,-12.500000,-17.002978
CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-17.002978,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
GOTO/ 1.704791,-12.207107,-17.002978
CUTCOM/ OFF
GOTO/ 2.411898,-11.500000,-17.002978
RAPID/
GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
RAPID/
GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468
RAPID/
GOTO/ -2.416530,-11.500000,-14.002978
FEDRAT/ MMPM,453.005402
GOTO/ -2.416530,-11.500000,-21.502233
CUTCOM/ ON
CUTCOM/ LEFT
FEDRAT/ MMPM,1359.016207
GOTO/ -1.709423,-12.207107,-21.502233

CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-21.502233,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ -1.002316,-12.500000,-21.502233
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.497684,-12.500000,-21.502233
 GOTO/ 37.497684,12.500000,-21.502233
 GOTO/ -37.502316,12.500000,-21.502233
 GOTO/ -37.502316,-12.500000,-21.502233
 GOTO/ 0.997684,-12.500000,-21.502233
 CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-21.502233,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ 1.704791,-12.207107,-21.502233
 CUTCOM/ OFF
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-21.502233
 RAPID/
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-18.502233
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-26.001488
 CUTCOM/ ON
 CUTCOM/ LEFT
 FEDRAT/ MMPM,1359.016207
 GOTO/ -1.709423,-12.207107,-26.001488
 CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-26.001488,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ -1.002316,-12.500000,-26.001488
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.497684,-12.500000,-26.001488
 GOTO/ 37.497684,12.500000,-26.001488
 GOTO/ -37.502316,12.500000,-26.001488
 GOTO/ -37.502316,-12.500000,-26.001488
 GOTO/ 0.997684,-12.500000,-26.001488
 CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-26.001488,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ 1.704791,-12.207107,-26.001488
 CUTCOM/ OFF
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-26.001488
 RAPID/
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
 RAPID/

GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-23.001488
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-30.500743
 CUTCOM/ ON
 CUTCOM/ LEFT
 FEDRAT/ MMPM,1359.016207
 GOTO/ -1.709423,-12.207107,-30.500743
 CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-30.500743,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ -1.002316,-12.500000,-30.500743
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.497684,-12.500000,-30.500743
 GOTO/ 37.497684,12.500000,-30.500743
 GOTO/ -37.502316,12.500000,-30.500743
 GOTO/ -37.502316,-12.500000,-30.500743
 GOTO/ 0.997684,-12.500000,-30.500743
 CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-30.500743,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ 1.704791,-12.207107,-30.500743
 CUTCOM/ OFF
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-30.500743
 RAPID/
 GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-0.004468
 RAPID/
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-27.500743
 FEDRAT/ MMPM,453.005402
 GOTO/ -2.416530,-11.500000,-34.999998
 CUTCOM/ ON
 CUTCOM/ LEFT
 FEDRAT/ MMPM,1359.016207
 GOTO/ -1.709423,-12.207107,-34.999998
 CIRCLE/ -1.002316,-11.500000,-34.999998,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
 GOTO/ -1.002316,-12.500000,-34.999998
 FEDRAT/ MMPM,1812.021609
 GOTO/ 37.497684,-12.500000,-34.999998
 GOTO/ 37.497684,12.500000,-34.999998
 GOTO/ -37.502316,12.500000,-34.999998

GOTO/ -37.502316,-12.500000,-34.999998
GOTO/ 0.997684,-12.500000,-34.999998
CIRCLE/ 0.997684,-11.500000,-34.999998,0.000000,0.000000,1.000000,1.000000,COUNTERCLOCKWISE
GOTO/ 1.704791,-12.207107,-34.999998
CUTCOM/ OFF
GOTO/ 2.411898,-11.500000,-34.999998
RAPID/
GOTO/ 2.411898,-11.500000,-0.004468
RAPID/
GOTO/ 2.411898,-11.500000,25.000000
ROTABL/ -0.000000,CAXIS,TABLE,CCLW
ROTABL/ 0.000000,BAXIS,TABLE,CCLW
ROTABL/ 1.570796,AAXIS,TABLE,CCLW
OPFEATEND/Contorneado1-Cajera Rectangular1
FINI