

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії  
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств  
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної випускної роботи

освітній ступінь бакалавр  
(бакалавр, магістр)

спеціальність 131 «Прикладна механіка»  
(шифр і назва спеціальності)

на тему: «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі  
«Сателіт» з обсягом випуску 2500 штук на рік»

Виконав: студент групи ТМ-16д

( підпис )

Д.О. Боєв

(ініціали і прізвище)

Керівник

( підпис )

О.В. Сергієнко

(ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри

( підпис )

В.Г. Созонтов

(ініціали і прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота за темою «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Сателіт» з обсягом випуску 2500 штук на рік»: 51 с., 8 табл., 17 рис., 21 джерело.

САТЕЛІТ; ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ БАЗИ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРИСТОСУВАННЯ, ВЕРСТАТ.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Сателіт» з обсягом випуску 2500 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

В технологічній частині роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування нового методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині дипломної роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі і спеціальний різальний інструмент - протяжка.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Сателіт» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

Метод дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	5
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі "Сателіт".	5
1.2 Визначення типу виробництва.	6
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.	8
1.4 Вибір методу виготовлення заготовок.	11
1.5 Вибір технологічних баз.	15
1.6 Проектування послідовності оброблення деталі.	16
1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку.	26
1.8 Розрахунок режимів різання.	28
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	32
2.1 Проектування трикулачкового патрону, що самоцентрується.	32
2.2 Проектування спеціального різучого інструменту – протяжки для обробки внутрішнього отвору деталі.	34
3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	40
3.1 Нормування технологічних операцій.	40
3.2 Організація робочого місця верстатника.	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	45
ВИСНОВКИ	49
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	50
ДОДАТКИ	52

## ВСТУП

Машинобудування – одна з провідних промисловостей народного господарства нашої країни. Вона виробляє машини, обладнання, апарати та прилади, а також продукцію оборонного значення.

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Важливими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва та покращення якості виробництва.

Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першорядне значення [1]. Якість машин, надійність, довголіття та економічність при експлуатації залежить не тільки від удосконалення їх конструкції, але й від технології виробництва. Застосування прогресивних високоефективних методів обробки забезпечує високу точність та якість поверхонь деталей машин, ефективне використання сучасних автоматичних та поточкових ліній електричних обчислюваних машин та іншої нової техніки.

Важливою задачею машинобудування є зміна структури виробництва з метою підвищення якості характеристик машин та обладнання. Особливе значення надається модернізації самого машинобудування, технічний рівень якого залежить від верстатобудування, приладобудування, електроніки.

В умовах швидкого росту машинобудування це дає реальну базу під технічне переозброєння виробничої бази країни у відповідності з сучасними вимогами.

Таким чином, завданням дипломної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Сателіт» з метою зниження собівартості виробу за рахунок виконання маршруту механічної обробки деталі з використанням найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій обробки.

## 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі "Сателіт"

Деталь «Сателіт» входить до складу заднього провідного моста автомобілів. Задній міст складається з головної передачі, диференціала і кінцевих передач, які встановлюються в одному корпусі, і призначена для передачі обертання від центральної шестерні до сонячної шестерні.

Задній міст автомобіля призначений для передачі обертання і перерозподілу його між провідними колесами.

В процесі роботи деталь випробовує такі навантаження:

1) Вигин зуба в результаті максимального одноразового навантаження.

2) Вигин зуба в результаті багаторазових циклічних навантаженнях, внаслідок чого в корені зуба може статися втомні руйнування. Ці напруги можуть досягати до 600 МПа.

3) Контактні напруги на бічних робочих поверхнях зубів, які можуть привести до контактної втомного викришування зубів.

Всі навантаження можуть носити реверсивний характер під час руху автомобіля заднім ходом.

Деталь працює в закритому просторі з частотою обертання до 1800 об/хв., при температурі навколишнього середовища від -40 до +50 градусів, а температура безпосередньо у вузлі може досягати до 60 градусів. У якості мастила використовується трансмісійне масло.

При виході деталі з ладу автомобіль перестає пересуватися. Причини виходу деталі з ладу:

- 1) втомне руйнування зубів;
- 2) попадання сторонніх предметів в зачеплення;
- 3) утворення грубих задирок, або схоплювання в умовах недостатнього змащення;
- 4) руйнування зубів у результаті різкого зусилля (помилкове включення задньої передачі на ходу).

## 1.2 Визначення типу виробництва

Об'єм випуску деталей визначається за формулою [4]:

$$N = N_1 \times m \times \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (1.1)$$

де  $N_1$  – річний обсяг випуску деталей, шт;

$m$  – кількість деталей даного найменування на виріб,  $m = 1$  шт;

$\alpha$  - відсоток запасних частин,  $\alpha = 1-2\%$ ;

$\beta$  - відсоток технологічних втрат,  $\beta = 0,5-1\%$ .

$$N = 2500 \times 1 \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 2579 \text{ шт.}$$

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом серійності [2]:

$$k_c = \frac{t_B}{T_{\text{ср.шт}}}, \quad (1.2)$$

де  $t_B$  – такт випуску виробу, хв/шт;

$T_{\text{ср.шт}}$  - середній поштучний час за операціями чинного на виробництві або аналогічного технологічного процесу, хв.

Такт випуску виробу [2]:

$$t_B = \frac{F_g \times 60}{N}, \quad (1.3)$$

де  $F_g$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,  $F_g = 4015$  год;

$N$  – річна програма випуску деталей, шт.

$$t_B = \frac{4015 \times 60}{2579} = 89,9.$$

Середньо-штучний час:

$$T_{\text{шт.ср}} = \frac{\sum T_{\text{шт}}}{n}, \quad (1.4)$$

де  $\sum T_{ум}$  - сумарний штучний час на виготовлення деталі,  $\sum T_{ум}=287,7$  хв.

$$T_{ср.ум.} = \frac{287,7}{5} = 57,7 \text{ хв.}$$

$$k_c = \frac{89,9}{57,7} = 1,55.$$

Згідно з довідником [2] для  $k$  від 1 до 10 тип виробництва - великосерійне.

Визначимо яка кількість деталей необхідна в партії для одночасного запуску в умовах великосерійного виробництва за формулою:

$$n = \frac{N \times a}{F}, \quad (1.5)$$

де  $a$  - число днів, на яке необхідно мати запас деталей,  $a = 5$  днів;

$F$  - число робочих днів у році,  $F = 250$  днів.

$$n = \frac{2579 \times 5}{250} = 51 \text{ деталі.}$$

Визначимо розрахунковим методом число змін на обробку партії деталей на ділянці:

$$C = \frac{T_{шт.ср} \times n}{480 \times 0,8}, \quad (1.6)$$

де  $T_{ум.ср}$  - середній поштучний час на кожну операцію,  $T_{ум.ср}=287,7$  хв.

$$C = \frac{287,7 \times 54}{480 \times 0,8} = 39,45.$$

Приймаємо дві робочі зміни на обробку партії деталей.

Прийняте число деталей в партії:

$$n_{пр} = \frac{C_{пр} \times 480 \times 0,8}{T_{шт.ср}}, \quad (1.7)$$

де  $C_{пр}$  – прийняте число змін.

$$n_{np} = \frac{2 \times 480 \times 0,8}{287,7} = 3 \text{ деталі.}$$

### 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно і кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ДСТ 14.201-83 «Забезпечення технологічності конструкції виробів» [19]. Деталь, що піддається обробці різанням, буде технологічна в тому випадку, коли її конструкція дозволяє застосовувати раціональну заготовку, форма і розміри якої максимально наближені до форми і розмірів готової деталі, а також використовувати високоефективні процеси обробки.

а) Рівень технологічності по трудомісткості:

$$K_{ym} = \frac{T_n}{T_{\sigma}}, \quad (1.8)$$

де  $T_n$  – трудомісткість виробу з проектного варіанту;

$T_{\sigma}$  – трудомісткість виробу за базовим варіантом.

$$K_{ym} = \frac{T_n}{T_{\sigma}} = \frac{5,0 + 8,87}{14,09 + 8,87} = 0,60$$

За цим показником виріб технологічний, тому що зниження трудомісткості становить  $40\% > 25\%$ .

б) Рівень технологічності за технологічною собівартістю:

$$K_{yc} = \frac{C_m}{C_{\sigma m}}, \quad (1.9)$$

де:  $C_m$  – собівартість проектної деталі;

$C_{\sigma m}$  – собівартість базової деталі.

$$K_{yc} = \frac{C_m}{C_{\sigma m}} = \frac{154,46}{327,14} = 0,47$$



За цим показником виріб технологічно, тому що зниження технологічної собівартості становить  $53\% > 25\%$ .

в) Коефіцієнт використання металу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}}, \quad (1.10)$$

де  $m_{\text{д}} = 5,7\text{кг}$  – маса деталі;

$m_{\text{з}} = 8,9\text{кг}$  – маса заготовки.

$$K_{\text{вм}} = \frac{5,7}{8,9} = 0,64.$$

г) Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\text{у}} = \frac{Q_{\text{е}}}{Q_{\text{уе}}}, \quad (1.11)$$

де  $Q_{\text{е}}$  – кількість поверхонь;

$Q_{\text{уе}}$  – кількість уніфікованих елементів.

$$K_{\text{у}} = \frac{Q_{\text{е}}}{Q_{\text{уе}}} = \frac{5}{8} = 0,62.$$

За коефіцієнтом уніфікації деталь технологічна, так як  $K_{\text{у}} > 0,6$

Додаткові показники технологічності деталі представлені в табл. 1.1.

д) Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{\text{мч}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}}, \quad (1.12)$$

де  $A_{\text{ср}}$  – середній квалітет точності.

$$A_{\text{ср}} = (n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}) / \sum n_i, \quad (1.13)$$

де  $n_i$  – квалітет точності.

$$A_{\text{ср}} = (11 \cdot 1 + 11 \cdot 1 + 12 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 11 \cdot 1 + 11 \cdot 1) / 8 = 9,25;$$

$$K_{\text{мч}} = 1 - \frac{1}{9,25} = 0,89.$$

За коефіцієнтом точності обробки деталь технологічна, так як  $K_{\text{мч}} > 0,8$ .

Таблиця 1.1 – Конструкторський аналіз деталі

Найменування поверхні	Номер обробленої поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності	Параметр шорсткості
1	2	3	4	5	6
Зовнішні діаметральні поверхні					
Ø172,5	1	1	1	11	3,2
Ø150	5	1	1	11	2,5
Внутрішні діаметральні поверхні					
Ø105	3,4	2	2	12	20
Ø100	2	1	1	6	2,5
Лінійні розміри					
60h11	1	1	---	11	6,3
25 <sup>+0,13</sup>	3,4	2	---	11	---
Разом		Q <sub>e</sub> = 8	Q <sub>ye</sub> = 5		

є) Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.14)$$

де  $B_{cp}$  - середня шорсткість поверхні.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}) / \sum n_i, \quad (1.15)$$

де  $n_i$  – кількість поверхонь  $i$ -го класу шорсткості.

$$B_{cp} = (3,2 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1 + 20 \cdot 2) / 8 = 6,25;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{6,25} = 0,16.$$

За коефіцієнтом шорсткості деталь технологічна, так як  $K_{ш} < 0,32$ .

Згідно з результатами кількісної оцінки деталі Сателіт можна зробити висновок, що деталь досить технологічна.

## 1.4 Вибір методу виготовлення заготовок

Розрізняють такі основні види заготовок зубчастих коліс при різних конструкціях і серійності випуску: заготовка з прокату; поковка, виконана вільним куванням на кувальному молоті; штампована заготовка в підкладних штампах, отримана на пресах; штампована заготовка в закріплених штампах, отримана на пресах і горизонтально-кувальних машинах [2].

Форма заготовок, отриманих вільним куванням на молотах, не відповідає формі готової деталі, але структура металу завдяки куванню покращується в порівнянні із структурою металу заготовки, відрізаної пилкою від прутка.

Штампкування заготовок в підкладних штампах виконується на кувальних молотах, а також на фрикційних і гідравлічних пресах, або на механічних кувальних пресах в дрібносерійному виробництві при температурі 950... 1100°C. Заготовку деформують з торця.

Штампкування заготовок в закріплених штампах на штампувальних молотах і кувальних пресах здійснюється як у відкритих, так і в закритих штампах у багатосерійному і масовому виробництві.

Штампкування на механічних кувальних пресах має велику перевагу перед штампкуванням на молотах, оскільки виходить точна штампована заготовка, припуски в якій менше на 30%, ніж в заготовки, отриманої на молоті; і по конфігурації заготовка після кування преса ближче до готової деталі. Продуктивність штампкування на пресах вища, ніж на молотах в 1,5 — 2 рази, робота відбувається без ударів; на пресах можна штампувати і прошивати отвори.

Прокат дозволяє з найменшими питомими витратами виконувати вироби, які або повністю відповідають передбаченому конструктором повздовжньому перетину деталі, або максимально наближаються до нього.

З урахуванням проведеного вище аналізу різних типів заготовок для плоского зубчатого колеса, форми деталі, її маси та типу виробництва найраціональнішими методами отримання заготовки є штампкування на ГKM або з круглого прокату.

Для вибору більш економічного способу отримання заготовки потрібно провести порівняльний розрахунок декількох варіантів.

Розглянемо заготовку – поковку.

Розрахуємо ціну заготовки за формулою [4]:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (1.16)$$

де  $C_i$  - ціна сталі 40Х за 1 тонну;

$Q$  – маса заготовки;

$q$  – маса деталі;

$S_{\text{отх}}$  - ціна стружки;

$k_T$  - коефіцієнт, що залежить від точності штампування;

$k_C$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності заготовки;

$k_B$  - коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

$k_M$  - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

$k_{\Pi}$  - коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва;

Розрахуємо масу заготовки:

$$Q = \pi \cdot \frac{(D-d)^2}{4} \cdot h \cdot \rho, \quad (1.17)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр заготовки;

$d$  – внутрішній діаметр заготовки;

$h$  – ширина заготовки;

$\rho$  – щільність матеріалу.

$$Q = 3,14 \cdot \frac{(170^2 - 90^2)}{4} \cdot 70 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 8,9 \text{ кг}$$

Вибравши коефіцієнти з таблиць [2], розраховуємо ціну поковки:

$$\begin{aligned} S_{\text{заг}} &= \left( \frac{5200}{1000} \cdot 8,9 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,73 \cdot 1,13 \cdot 1,0 \right) - (8,9 - 5,7) \cdot \frac{900}{1000} = \\ &= 30,33 \text{ грн} \end{aligned}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}, \quad (1.18)$$

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{5,7}{8,9} = 0,64$$

Розглянемо заготовку, вироблену з круглого прокату.

Розрахуємо ціну заготовки за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (1.19)$$

де  $C_i$  - ціна сталі 40Х за 1 тонну;

$Q$  – маса заготовки;

$q$  – маса деталі;

$S_{\text{отх}}$  - ціна стружки.

Розрахуємо масу заготовки, за допомогою об'єму та щільності матеріалу:

$$Q = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot h \cdot \rho, \quad (1.20)$$

де  $D$  – діаметр заготовки;

$h$  – ширина заготовки;

$\rho$  – щільність матеріалу.

$$Q = 3,14 \cdot \frac{170^2}{4} \cdot 70 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 12,4 \text{ кг}$$

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{3200}{1000} \cdot 12,4 \right) - (12,4 - 5,7) \cdot \frac{900}{1000} = 33,65 \text{ кг}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}$$

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{5,7}{12,4} = 0,46$$

Аналізуючи данні, приходимо до висновку, що ціна заготовки з круглого прокату дорожче, ніж поковки. Також коефіцієнт використання матеріалу при поковці більше, ніж при прокаті на 28%.

$$\frac{0,64-0,46}{0,64} \cdot 100\% = 28\%.$$

Найбільш раціональним і економічно вигідним буде використання заготовки поковки.

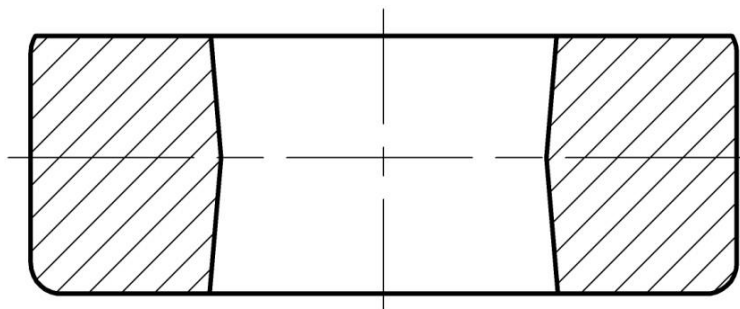


Рис. 1.1. Ескіз заготовки деталі «Сателіт»

Спираючись на умови роботи механізму, обираємо матеріал для виготовлення сателіта сталь 40Х як найбільш поширену в конструюванні редукторів. Вона призначається для виготовлення вісей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кілець, шпинделів, рейок, зубчастих вінців, зубчастих коліс, болтів, піввісей, втулок та інших деталей підвищеної міцності. Хімічний склад сталі 40Х наведено в таблиці 1.2, а основні механічні властивості в таблиці 1.3 [2].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 40Х

Кремній (Si)	Мідь (Cu), не більше	Марганець (Mn)	Нікель (Ni), не більше	Фосфор (P), не більше	Хром (Cr)	Сірка (S), не більше
0.17-0.37	0.30	0.50-0.80	0.30	0.035	0.80-1.10	0.035

Таблиця 1.3 – Механічні властивості в залежності від перетину

Перетин, мм	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>	НВ
Гарт 840-860 °С, вода, масло. Відпуск 580-650 °С, вода, повітря						
301-500	345	590	14	38	49	174-217

Обираємо термообробку для колеса – поліпшення, а для шестерні гарт в ТВЧ, основні параметри термообробки наведено в таблиці 1.4 [2].

Таблиця 1.4 – Термообробка сталі 40Х

Матеріал	Деталь	Вид термообробки	Твердість		$\sigma_s$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа
			НВ <sub>ср</sub> серцевини	НВ <sub>ср</sub> поверхні		
Сталь 40Х	колесо	поліпшення	269	285	950	700
	шестерня	поліпшення та гартування ТВЧ	300	438	850	550

### 1.5 Вибір технологічних баз

Технологічна баз використовується для визначення положення заготовки або деталі в процесі виготовлення чи ремонту. В процесі обробки на верстатах необхідно визначити поверхні, лінії або точки відносно яких будуть орієнтовані інші поверхні заготовки, які обробляються на даному установі.

При механічній обробці необхідно дотримуватися принципу постійності баз, тобто, прагнути до використання однієї і тієї ж технологічної бази, не допускаючи без необхідності зміни технологічної бази [20]. Прагнення виконати обробку на одній технологічній базі обґрунтовується тим, що зміна технологічної бази підвищує похибку взаємного розміщення поверхонь, оброблених відносно різних технологічних баз, вносячи додаткову похибку взаємного розміщення самих технологічних баз, від яких проводилась обробка поверхонь.

Використовуючи всі вище описані рекомендації, за чорнову базу приймаємо торцеву поверхню, а також зовнішню поверхню найбільшого діаметра [6]. Використовуємо чорнову базу для підготовки чистової бази. За чистову базу приймаємо центральний циліндричний отвір деталі, який використовуємо на протязі практично всієї наступної обробки, таким чином притримуючись принципу єдності баз. На останній операції - шліфування центрального отвору - за базу приймаємо робочі поверхні зубців.

## 1.6 Проектування послідовності оброблення деталі

### Операція 005 – Токарна:

Устаткування: 1К282.

Характеристика: Напівавтомат призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь, підрізування торців, прорізки різних канавок, нарізування різі, свердління, розгортання центральних отворів, розточування в умовах серійного, багатосерійного виробництва.

Технологічна база: Торець сателіта, зовнішній діаметр.

Пристосування: Патрон самоцентрувальний 7100-0007 ДСТ 2675-80.

Зміст операції [4]:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.
2. Точити торець, витримуючи розмір 1.

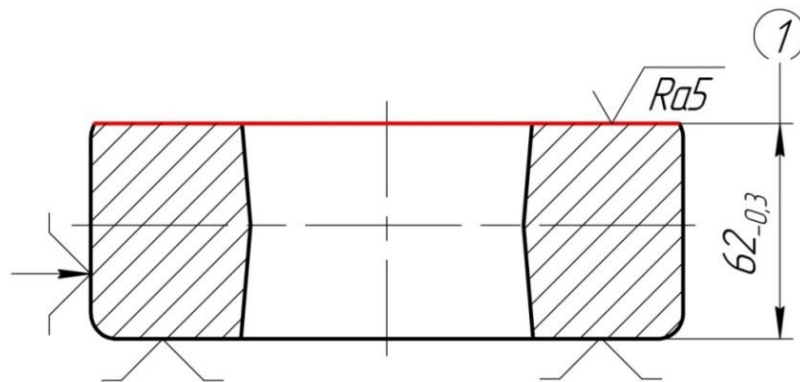


Рисунок 1.2 – Операційний ескіз на операцію 005-2

3. Точити отвір та фаску, витримуючи розміри 1,2.

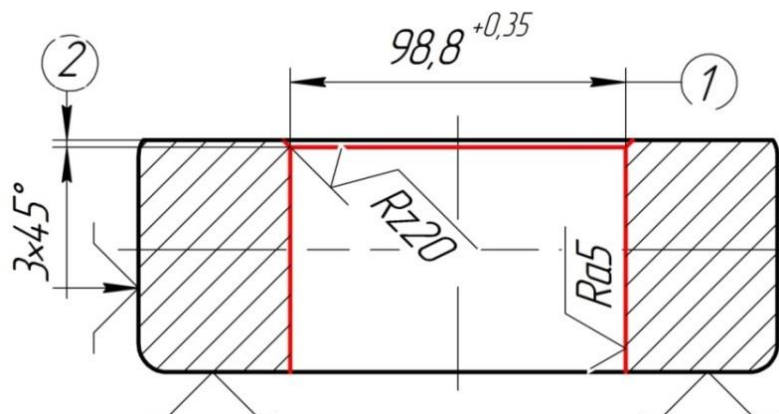


Рисунок 1.3 – Операційний ескіз на операцію 005-3



4. Точити торець начисто, фаску та канавки, витримуючи розміри 1,2,3,4,5.

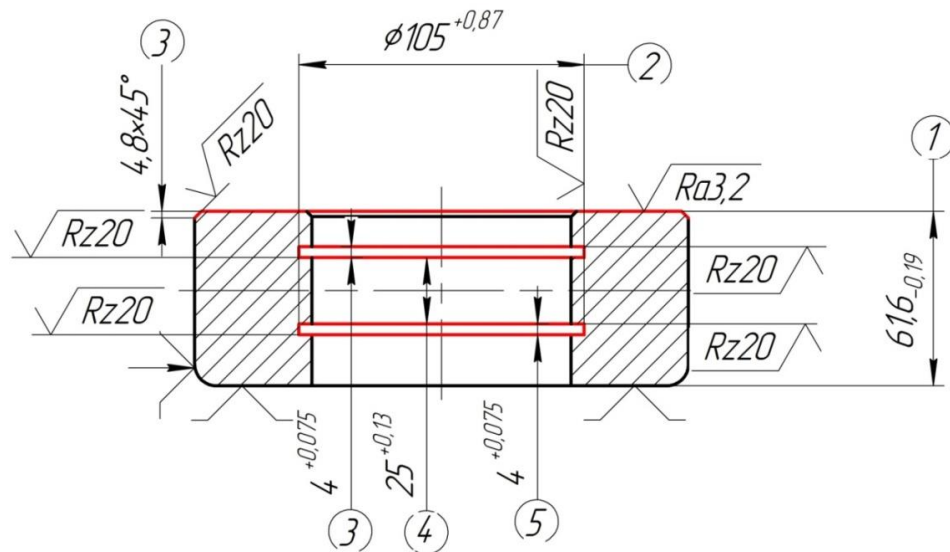


Рисунок 1.4 – Операційний ескіз на операцію 005-4

5. Встановити заготовку, зі зміною технологічної бази.  
6. Точити поверхню та торець, витримуючи розміри 1,2.

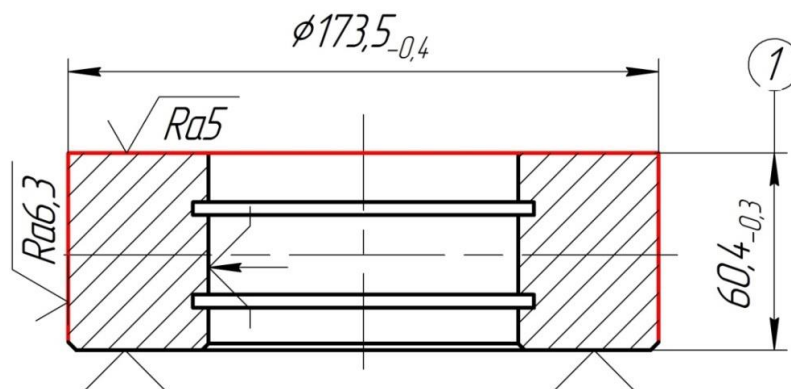


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз на операцію 005-6

7. Точити торець начисто та фаску, витримуючи розміри 1,2.

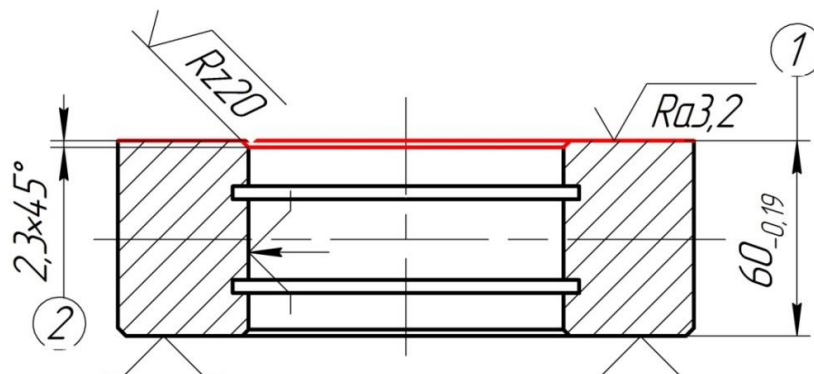


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз на операцію 005-7

8. Точити поверхню начисто та фаску, витримуючи розміри 1,2.

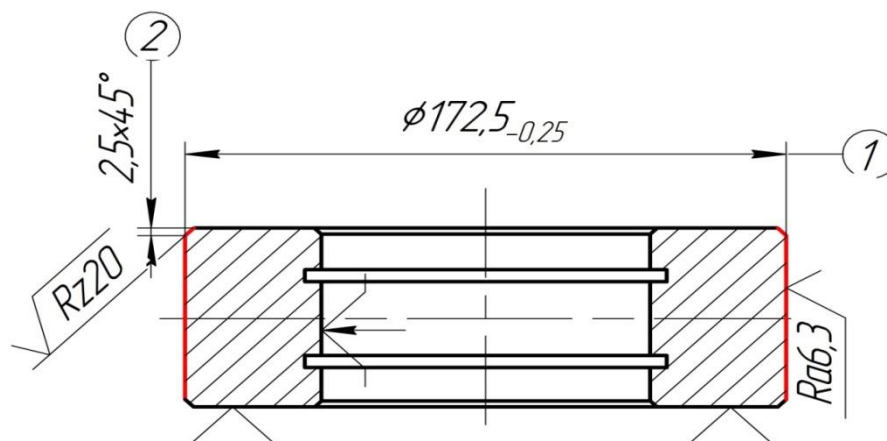


Рисунок 1.7 – Операційний ескіз на операцію 005

9. Зняття деталі.

Ріжучий інструмент: Різець прохідний Т15К6, Різець розточний Т5К10, Різець прорізний Т5К10.

### Операція 010 – Протяжна:

Устаткування: 7Б57

Характеристика: Верстати моделі 7Б57 призначені для обробки методом протягування попередньо оброблених або чорнових наскрізних отворів різної форми і розмірів. Привід гідравлічний.

Основні характеристики верстата:

1. Номінальна тягова сила, кН - 400;
2. Найбільша довжина ходу санчат - 2000;
3. Розмір робочої поверхні опорної плити - 560x560;
4. Діаметр отвору: в опорній плиті під планшайбу - 250, в планшайбі - 200;
5. Швидкість робочого ходу протяжки, м/хв. - 1,0-6,15;
6. Рекомендована швидкість зворотного ходу протягання, м/хв. - 20-25;
7. Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт - 37.

Технологічна база: Торець сателіта, зовнішній діаметр.

Зміст операції [4]:

1. Встановити заготовку.

2. Протягувати начисто отвір, витримуючи розмір 1.

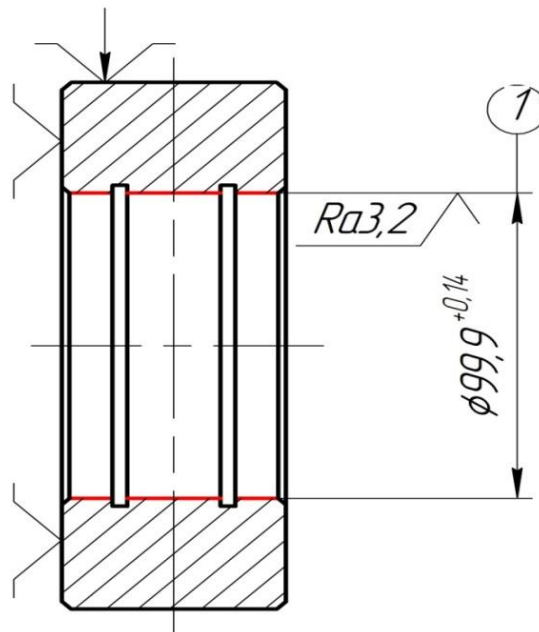


Рисунок 1.8 – Операційний ескіз на операцію 010

3. Зняття деталі.

### **Операція 015 – Зубофрезерна:**

Устаткування: Вертикальний зубофрезерний верстат 5А312.

Характеристика: Універсальний зубофрезерний верстат напівавтомат 5К310 призначений для нарізування (фрезерування) циліндричних прямозубих, косозубих і черв'ячних коліс в умовах одиничного і серійного виробництва. Нарізування зубчастих коліс виконується способом обкатування (огинання) черв'ячної фрези і оброблюваної заготовки попутним або зустрічним методами фрезерування. Верстат працює по замкнутому напівавтоматичному циклу і по циклу налагодження.

Технологічна база: Торець сателіта, внутрішній діаметр.

Зміст операції [4]:

1. Встановити заготовку.
2. Нарізати зуби, витримуючи розміри 1,2 та технічні вимоги.
3. Зняти заготовку.

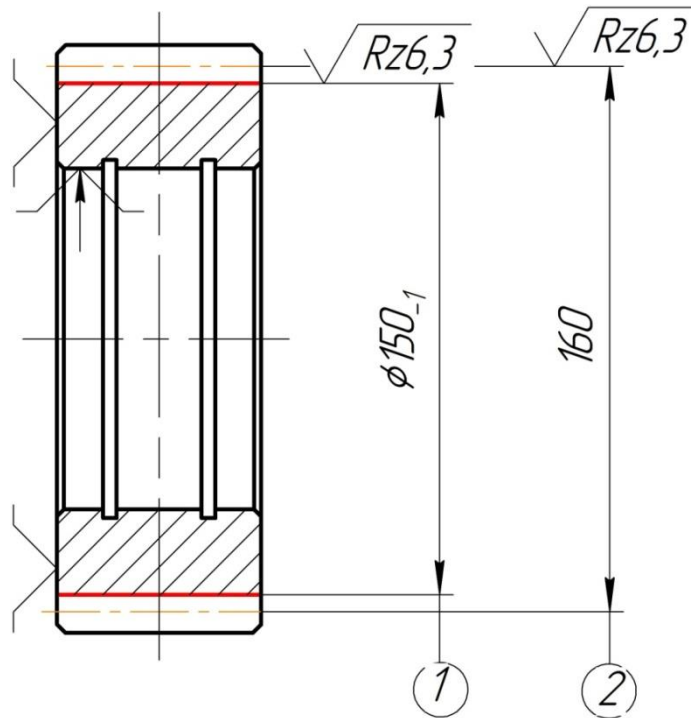


Рисунок 1.9 – Операційний ескіз на операцію 015

### Операція 020 – Термообробка:

Для термічної обробки доцільно використовувати спеціалізовані гартувально-відпускні агрегати на базі механізованих камерних електропечей. До складу таких агрегатів входять дві камерні печі (одна для гартування, друга – для відпуску) та гартівний бак з водою [3].

Основні технологічні переходи гартування та відпуску корпусів у гартувально-відпускному агрегаті на базі двох механізованих камерних електропечей:

1. Завантаження сателіту на піддоні у гартівну піч (за один цикл обробки завантажуються один піддон). Температура робочого простору пічі - 850°C. Захисне газове середовище – ендогаз КГ-ВО.
2. Нагрівання сателіту до температури гартування – 820°C.
3. Витримка при температурі гартування 15 хвилин.
4. Вивантаження піддону з сателітом з гартівної печі.
5. Занурення піддону з деталями у гартівний бак з водою.
6. Витримка корпусів у гартівному баку 10 хвилин. Температура води до занурення деталей у бак – 20 - 25°C, після занурення деталей – не більше 60°C.

7. Підйом піддону з деталями з гартівного баку.
8. Завантаження піддону з деталями у відпускну піч. Робоче середовище печі – повітря.
9. Нагрівання до температури відпускання – 550°C.
10. Витримка деталей у печі при температурі 550°C (30 хвилин).
11. Вивантаження піддону з деталями з відпускнуої печі. Охолодження деталей разом з піддоном на повітрі.

### **Контроль якості термічної обробки**

Перелік дефектів, що виникають при термічній обробці наведено в табл.1.5. Найбільш поширеними є дефекти, викликані порушенням режимів нагрівання або охолодження [3]:

1. Зовнішні та внутрішні тріщини виникають при неправильно обраному охолоджувальному середовищі або при перегріві сталі вище оптимальної температури гартування.

2. Знеуглецьований шар – дефект, викликаний вигоранням вуглецю в поверхневих шарах металу. Призводить до пониження твердості і втомної міцності. Знеуглецьований шар утворюється при нагріванні сталі в окислювальному середовищі.

3. Перегрів виникає при нагріванні сталі до температур, значно вищих за оптимальну температуру гартування. Він призводить до зростання аустенітного зерна (рис. 1.10) та утворення крупногочастого мартенситу. При повільному охолодженні сталі утворюються крупні зерна перліту та фериту. Перегріта сталь характеризується крупним зерном і низькими механічними властивостями.

4. Перепал – окислення або оплавлення границь зерен. Перепал утворюється при перегріві сталі до температур близьких до точки солідус. При цьому метал повністю втрачає міцність та пластичність.

5. Недовідпускання – надмірно висока твердість відпущеної після гартування сталі. Недовідпущена сталь має трооститну або троосто-мартенситну структуру (рис. 1.11).

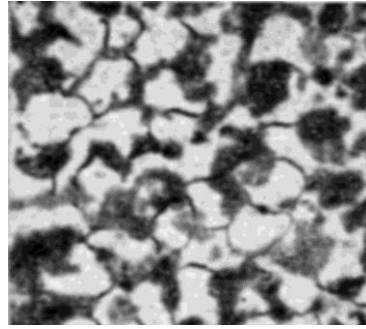


Рисунок 1.10 – Крупнозерниста мікроструктура сталі 40Х при перегріві і наступному повільному охолодженні: перліт + ферит,  $\times 300$

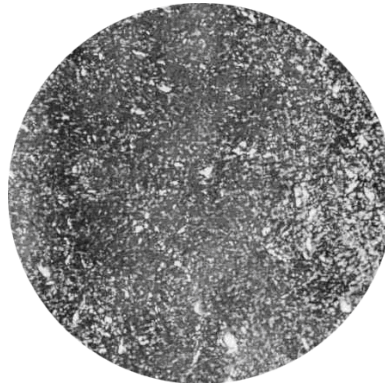


Рисунок 1.11 – Неякісно відпущена сталь 40Х з трооститною структурою,  $\times 200$

Таблиця 1.5 – Дефекти термічної обробки

Вид дефекту	Причина утворення	Спосіб виявлення	Спосіб попередження	Спосіб усунення
1	2	3	4	5
Гартівні тріщини	Перегрів сталі вище оптимальної температури гартування	Зовнішній огляд; магніто-порошкова дефектоскопія	Автоматичний контроль температури печі з точністю $\pm 10$ град.	Не усувається
Крупнозернистість (утворюється крупногочастий мартенсит)	Перегрів сталі вище оптимальної температури гартування	Металографічний аналіз; травник – 4% - й розчин азотної кислоти в етиловому спирті	Автоматичний контроль температури печі $\pm 10$ град.	Повторне гартування + відпуск

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
Наявність структурно вільного фериту	Недогрів сталі до аустенітного стану; гартування з області аустеніт + ферит	Вимірювання твердості; металографічний аналіз	Автоматичний контроль температури печі $\pm 10$ град.	Повторне гартування + відпуск
Знеуглецьований шар	Нагрів в окислювальному середовищі; перегрів сталі	Металографічний аналіз	Нагрівання деталей в захисному газовому середовищі	Не усувається
Надмірно висока твердість (невідпуск)	Недогрів до оптимальної температури відпуску; недостатня витримка при температурі відпуску	Вимірювання твердості	Контролювати температуру відпускну печі; збільшити час витримки деталей при температурі відпуску	Повторний відпуск

**Операція 025 – Прошивна:**

Устаткування: 7Б57

Технологічна база: Торець сателіта.

Зміст операції [4]:

1. Встановити заготовку;
2. Калібрувати отвір;
3. Зняти заготовку.

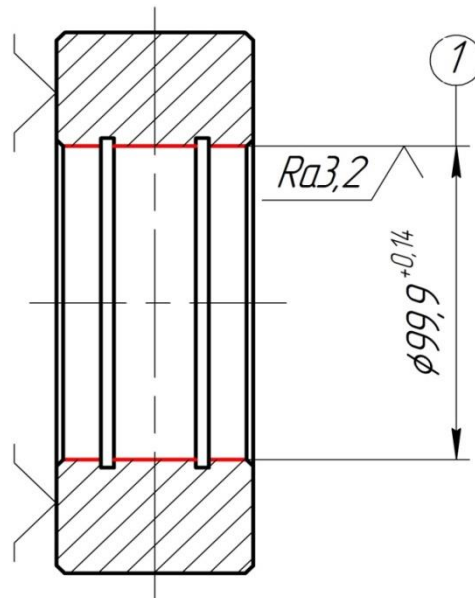


Рисунок 1.12 – Операційний ескіз на операцію 025

### **Операція 030 – Зубошевінгувальна:**

Устаткування: Зубошевінгувальний верстат 5702.

Характеристика: Верстати моделі 5702 призначені для чистової обробки (після зубофрезування і зняття фасок на торцях зубів) незагартованих прямозубих і косозубих.

Основні параметри верстата:

Найбільший діаметр оброблюваного виробу, мм - 125;

Найменший і найбільший модуль, мм - 0,3-1,5;

Найбільша довжина встановлюваного виробу, мм - 250;

Найбільша ширина вінця оброблюваного зубчастого колеса, мм - 40;

Межі частоти обертання швелера, об/хв. - 100-630;

Межі осьових подач, мм/хв. - 32-310;

Потужність електродвигуна головного руху, кВт - 0,9;

Вага (кг) - 1560;

Габарити (мм) - 1450x870x1475;

Технологічна база: Торець сателіта, зовнішній діаметр.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку;
2. Шевінгувати зуби, дотримуючись технічних вимог.



### 3. Зняти заготовку.

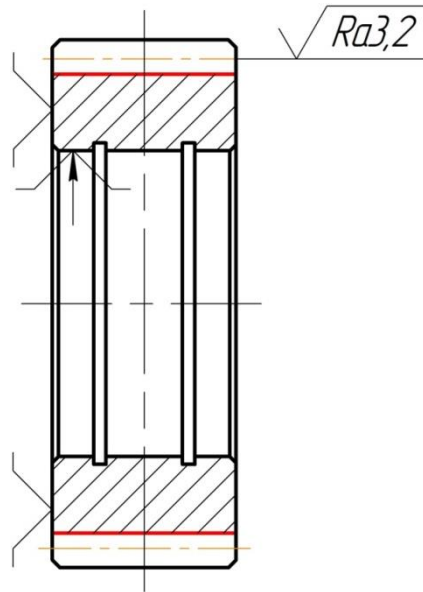


Рисунок 1.13 – Операційний ескіз на операцію 030

### **Операція 035 – Шліфувальна:**

Устаткування: Внутрішньошліфувальний верстат 3A227.

Характеристика: Верстати моделі 3A227 призначені для обробки отворів і торців в деталях типу втулок, зубчастих коліс, фланців, шківів інструментальних конусів, шпинделів.

Основні параметри верстата:

Клас точності верстата згідно ДСТ 8-82, (Н, П, В, А, С) - Н;

Діаметр оброблюваного отвору  $d$ , мм - 4;

Довжина деталі  $L$ , мм - 150 NULL 850\_270\_355;

Габарити верстата (довжина-ширина-висота), мм - 7625-2040-1280;

Маса – 4270 кг;

Потужність двигуна, кВт - 10;

Межі частоти обертання шпинделя min/max об/хв. - 1910/2720;

Число інструментів у магазині - 12;

Зміст операції [4]:

Технологічна база: Торець сателіта та зовнішній діаметр впадин зуба.

Зміст операції:

1. Встановити заготовку;

2. Шліфувати попередньо та остаточно отвір, витримуючи розмір 1.
3. Зняти заготовку.

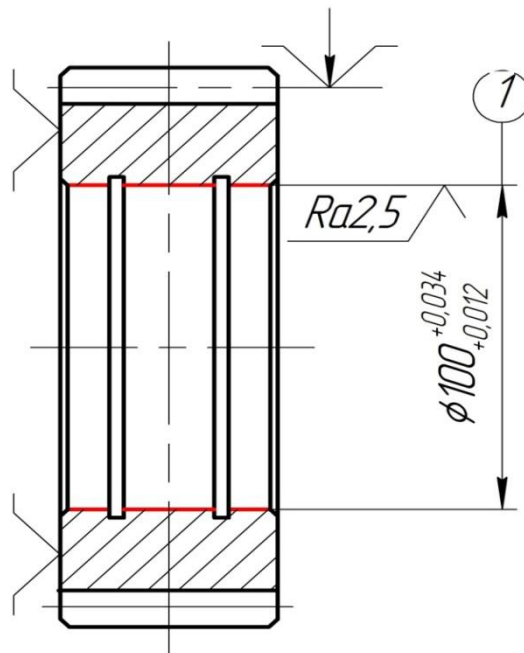


Рисунок 1.14 – Операційний ескіз на операцію 035

### 1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку

Як вже було зазначено, обраний метод отримання заготовки – штампування на горизонтально-кувальній машині, яка являє собою горизонтальні кривошипні гарячоштамповані преси зусиллям 6,3..125 МН. Типовим процесом є багатострумова висадка у відкритих штампах.

Поверхня рознімання штампу знаходиться у площині найбільшого габаритного розміру поковки. Таким чином порожнини штампів отримують неглибокими, об'ємна частка їх заповнення.

Згідно ДСТ 7505-89 [18] головними ознаками класифікації штампованих поковок є: точність виготовлення; група сталі; конфігурація поверхні роз'єму штампу; ступінь складності.

По точності виготовлення поковки можуть бути п'яти класів, які встановлюються в залежності від виду обладнання (технологічного процесу) згідно ДСТ 7505-89 [18]. Клас точності даної заготовки – Т4.

Група сталі поковок визначається по вмісту вуглецю та легуючих елементів. Для сталі 40Х – М2.

По конфігурації поверхні роз'єму штампа – з плоскою симетрично зігнутою поверхнею роз'єма.

Для визначення ступеню складності поковки розраховуємо допоміжний коефіцієнт:

$$C = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}}, \quad (1.21)$$

де  $G_{\text{п}}$  – об'єм поковки;

$G_{\text{ф}}$  – об'єм простої фігури.

$$C = \frac{8,7}{12,4} = 0,7$$

Отже ступінь складності поковки – С1. Поковка виготовляється за 2 переходи.

По отриманим вище даним про заготовку, визначаємо вихідний індекс – 10, який потрібен для подальшого визначення припусків та допусків поковки.

Назначаємо припуски на механічну обробку та допуски заготовки табличним методом. Результати заносимо до таблиці 1.6.

Назначаємо штампувальні уклони, які залежать від форми та розмірів порожнини штампу в плані, її глибини, матеріалу поковки, метода штамповки і т.д. За довідковими даними [2] приймаємо: внутрішні уклони –  $2^{\circ}$ ; зовнішні –  $1^{\circ}$ .

Для зменшення концентрації напружень в кутах струмів штампу, покращення заповнення порожнини штампу та зменшення зносу гострих кутів та кромки штамів назначаємо радіуси заокруглення 3 мм [2].

Таблиця 1.6 – Припуски на механічну обробку та допуски розмірів заготовки

Розмір	Припуск	Допуск
Ø100	2·1,6	$1,6^{+0,5}_{-1,1}$
Ø172,5	2·1,8	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$
60	2·1,6	$1,6^{+1,1}_{-0,5}$

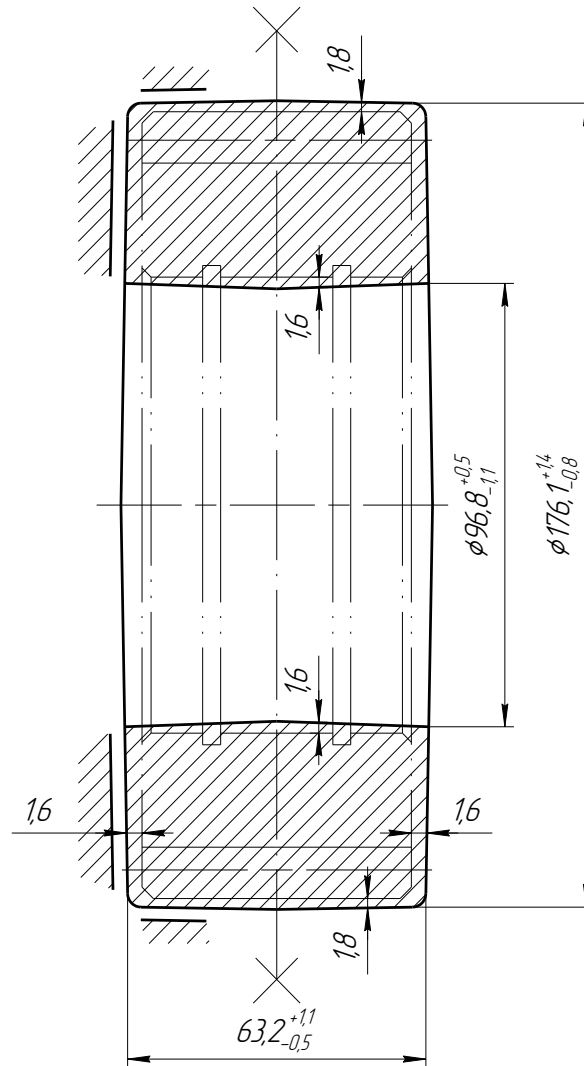


Рисунок 1.15 – Ескіз заготовки

### 1.8 Розрахунок режимів різання

Визначаємо режими різання табличним методом [11].

Розрахуємо режими різання для операції 005 позиції 5, яка проводиться на багатошпindelному напівавтоматі 1K282. Визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою:

$$L_{p.x} = L_{різ} + u + L_{доп}, \quad (1.22)$$

де  $L_{різ}$  – довжина різання;

$u$  - підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{доп}$  - додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках особливостями наладки і конфігурацією деталей/

Вибираємо данні з маршруту обробки та табличних даних [11]:

$$L_{\text{різ}} = 60 \text{ мм}; y = 7 \text{ мм}; L_{\text{доп}} = 0;$$

$$L_{\text{р.х}} = 60 + 7 + 0 = 67 \text{ мм}$$

Глибина різання  $t = 1 \text{ мм}$ .

Призначаємо величину подачі супорта на оборот шпинделя [8]:

$$S_0 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Уточнюємо величину подачі по паспорту верстата [12]:

$$S_0 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам [10]:

$$T_p = 60 \text{ хв}$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою [10]:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.23)$$

де  $V_{\text{табл.}}$  – табличне значення швидкості;

$K_1$  - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

$K_2$  - коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

$K_3$  - коефіцієнт, який залежить від виду обробки.

$$\begin{aligned} V_{\text{табл.}} &= 125 \text{ м/хв}; \\ K_1 &= 0,7; K_2 = 1,55; K_3 = 1 [6]. \\ V &= 125 \cdot 0,77 \cdot 1,55 \cdot 1 = 135,6 \text{ м/хв}. \end{aligned}$$

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя станка за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (1.24)$$

де  $V$  – розрахункова швидкість різання;

$d$  – діаметр обробки.

$$n = \frac{1000 \cdot 135,6}{3,14 \cdot 100} = 431,8 \text{ хв}^{-1}$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату [5]:  $n = 500 \text{ хв}^{-1}$ .

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \quad (1.25)$$

де  $d$  – діаметр обробки;

$n$  – прийняте число обертів верстата.

$$V = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 500}{1000} = 157 \text{ м/хв};$$

Розрахуємо основний машинний час обробки за формулою:

$$t_{\text{м}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{s_0 \cdot n}, \quad (1.26)$$

де  $L_{\text{р.х.}}$  - довжина робочого ходу супорту;

$s_0$  - подача супорту на оборот шпинделя;

$n$  - число обертів верстату.

$$t_{\text{м}} = \frac{67}{0,6 \cdot 500} = 0,22 \text{ хв.}$$

Для визначення потужності різання необхідно розрахувати силу різання  $P_z$ :

$$P_z = P_{\text{зтабл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1.27)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу;

$K_2$  - коефіцієнт, який залежить від швидкості різання та переднього кута в плані при точінні сталі твердосплавним інструментом.

$$P_{\text{зтабл}} = 30 \text{ кГ}; K_1 = 0,85; K_2 = 1 [9].$$

$$P_z = 30 \cdot 0,85 \cdot 1 = 24,6 \text{ кГ}.$$

Отже потужність різання буде дорівнювати:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot v}{6120}, \quad (1.28)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{24,6 \cdot 157}{6120} = 0,63 \text{кВт}$$

Порівнюємо потужність різання з потужністю верстата:

$$N_{\text{вер}} \cdot \eta \geq N_{\text{рез}}, \quad (1.29)$$

$$22 \cdot 0,75 \geq 0,63,$$

$$16,5 > 0,63.$$

Умова виконується.

Аналогічним методом розраховуємо режими різання на інші операції, визначені дані записуємо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Дані режимів різання, розрахованих табличним методом

Найменування операції	Швидкість різання V, м/хв.	Подача S, мм/об	Глибина різання t, мм	Кількість проходів і.шт.	Частота обертання n, 1/хв.	Машинний час T <sub>о</sub> , хв.	Стійкість інструмента
005 Токарна поз.3	157	0,6	1,2	1	500	0,14	60
поз.5	157	0,6	1	1	500	0,22	60
поз.7	125,6	0,2	0,4	1	400	1,1	60
поз.4 повздовж. поперечн.	157	0,6	1,2	1	500	0,14	60
	135,4	0,6	1,3	1	250	0,45	60
поз.6	125,6	0,2	0,4	1	400	1,1	60
поз.8	135,4	0,2	0,5	1	250	1,34	60
010 Протяжна	5	-	0,5	1	-	0,096	45
015 Зубофрезерна	39,25	2,6	-	2	125	8,95	160
025 Прошивна	5	-	-	1	-	0,096	45
030 Зубо-шевінгувальна	178	0,37	-	1	315	22,2	120
035 Шліфувальна чорн. чист.	37,68				9000		
	69	25	0,07	1	220	0,94	-
	37,68	25	0,03	1	9000	0,85	-
	69				220		

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Проектування трикулачкового патрона, що самоцентрується

В ході обробки деталі «Сателіт» пристосуванням, яке застосовується найбільш усього є трикулачковий патрон, що самоцентрується.

Трикулачковий патрон, що самоцентрується, дає змогу центрувати та закріплювати циліндричні заготовки різних розмірів у межах габаритів патрона та робочих переміщень його рухомих елементів. Циліндричну заготовку встановлюють між рифленими поверхнями трьох кулачків, розміщених у радіальному напрямку під кутом  $120^{\circ}$  один до одного. Кулачки можна переставляти, повертаючи їх на  $180^{\circ}$ , або замінювати іншими під час налагодження верстата. Це дає змогу значно розширити асортимент встановлюваних заготовок.

Згідно з чинним стандартом такі патрони мають найбільші габарити 80..630 мм, силу затискання заготовок 12000..75000 Н, точність центрування  $\pm 0,15$  мм. Цю точність можна значно підвищити шляхом додаткового оброблення поверхонь кулачків після їх встановлення та закріплення на оброблюваному верстаті.

Розрахуємо силу закріплення на патроні на операцію 005 токарна.

Визначаємо коефіцієнт запасу для самоцентрувального трьох-кулачкового патрону з пневматичним приводом затиску [10]:

$$K_{\text{зап}} = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5, \quad (2.1)$$

де  $K_0$  – постійний коефіцієнт запасу,  $K_0 = 1,5$  [10];

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки,  $K_1 = 1$  [10]

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при зношуванні інструменту,  $K_2 = 1,2$  [10].

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при обробці преривних поверхонь заготовки,  $K_3 = 1,2$  [10];

$K_4$  – коефіцієнт, який враховує постійність сили затиску приводу,  $K_4 = 1$  [10];



$K_5$  – коефіцієнт, який враховує розташування рукоятки затискного пристрою,  $K_5 = 1$ [10].

$$K_{\text{зап}} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16.$$

Визначаємо силу затиску одним кулачком патрона:

$$W_k = P_z \frac{\sin \alpha / 2 D_{\text{о.п.}}}{n_k f_{\text{т.п.}} D_{\text{н.к.}}} K_{\text{зап}}, \quad (2.2)$$

де  $P_z$  – сила різання, Н;

$D_{\text{о.п.}}$  – діаметр поверхні, яка обробляється, мм;

$n_k$  – число кулачків в патроні;

$f_{\text{т.п.}}$  – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків,  $f_{\text{т.п.}} = 0,8$ [8];

$D_{\text{н.к.}}$  – діаметр поверхні, яка затискається, мм;

$K_{\text{зап}}$  – коефіцієнт запасу.

$$W_k = 2400 \frac{1 \cdot 98,8}{3 \cdot 0,8 \cdot 176,1} \cdot 2,16 = 1212 \text{ Н}$$

Визначаємо силу на штоці:

$$Q_{\text{шт}} = W_k n_k K_{\text{тр}} \left( 1 + \frac{3 a_k}{h_k} f_k \right), \quad (2.3)$$

де  $W_k$  – сила затиску одним кулачком патрона, Н;

$n_k$  – кількість кулачків;

$K_{\text{тр}}$  – коефіцієнт, який враховує додаткові сили тертя в патроні,  $K_{\text{тр}} = 1,05$  [10];

$a_k$  – виліт кулачка від середини його опори в пазу патрона до центру прикладення сили затиску на одному кулачку, мм,  $a_k = 40$  мм;

$h_k$  – довжина прямої частини кулачка мм,  $h_k = 65$  мм;

$f_k$  – коефіцієнт тертя кулачка,  $f_k = 0,1$ .

$$Q_{\text{шт}} = 1212 \cdot 3 \cdot 1,05 \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot 40}{65} 0,1 \right) = 4522,6 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр поршня циліндра:

$$D_{\text{ц}} = 1,44\sqrt{Q_{\text{шт}}/p}, \quad (2.4)$$

де  $Q_{\text{шт}}$  – сила на штоці, Н;

$p$  – тиск стиснутого повітря, мН/м,  $p = 0,39$  мН/м.

$$D_{\text{ц}} = 1,44\sqrt{4522,6/0,39} = 155\text{мм}.$$

Приймаємо найближче стандартне значення діаметру циліндра:  
 $D_{\text{ц}} = 200$  мм.

Отже дійсна сила затиску деталі:

$$Q_{\text{ш.д.}} = \frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4} p \eta, \quad (2.5)$$

де  $D_{\text{ц}}$  – діаметр циліндра, мм;

$p$  – тиск стиснутого повітря, мН/м;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,85$ .

$$Q_{\text{ш.д.}} = \frac{3,14 \cdot 200^2}{4} 0,39 \cdot 0,85 = 10409,1\text{Н}.$$

## **2.2 Проектування спеціального ріжучого інструменту - протяжки для обробки внутрішнього отвору деталі**

### ***Обґрунтування конструкції протягання***

Проектована протяжка призначена для обробки круглого отвору (див. рис. 1.8) з точністю виготовлення по 7 квалітету і шорсткістю поверхні  $Ra = 2,5$  мкм. Необхідну отвір в сталі 40Х, що має гарну оброблюваність протягуванням, може бути отримано протяжками, що працюють за груповою або за профільною схемою різання.

Питання про конкретну схему різання будемо вирішувати, виходячи з найменшої довжини робочої частини протяжки.

Для забезпечення високої міцності протяжки приймаємо цільну конструкцію інструменту. Матеріал протяжки - легована інструментальна сталь

ХВГ твердістю 61 - 63 HRCE і  $\sigma_B \approx 300$  МПа, що відрізняється гарною загартованістю і має мале викривлення при термообробці.

**Вихідні дані для проектування:**

Діаметр отвору  $D_o = 30H7^{+0,021}$  мм.

Довжина отвору  $l = 55$  мм.

Шорсткість поверхні  $Ra = 2,5$  мкм.

Матеріал деталі: Сталь 40Х.

Механічні властивості:

міцність  $\sigma_B \approx 600$  МПа;

твердість  $\approx 195$  НВ.

Модель станка 7Б57.

Тягова сила  $P_c = 102600$  Н.

Найбільша довжина ходу  $l_{p.k.} = 1250$  мм.

Розрахунок основних конструктивних елементів:

Припуск під протягування [2]:

$$A = 0,005D + (0,1 \dots 0,2)\sqrt{l}, \quad (2.6)$$

$$A = 0,005 \cdot 100 + 0,15\sqrt{55} = 1,61 \text{ мм} \approx 1,6 \text{ мм}.$$

Діаметр передньої направляючої  $D_n$  і першого зуба протяжки  $D_{01}$ :

$$D_{01} = D_n = D - A = 98,4 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $D_n = 98,4f7\left(\begin{smallmatrix} -0,02 \\ -0,041 \end{smallmatrix}\right)$ .

З урахуванням можливого зносу свердла при зворотній конусності 0,2 [2] для попередньої обробки отвору в заготовці приймаємо свердло згідно ДСТ 885-77 діаметром 99 h9 (-0,052) мм.

Діаметр хвостовика  $d_1$  вибираємо згідно ДСТ 4044-70 відповідно до діаметру отвору в заготовці:  $d_1 = 98e8\left(\begin{smallmatrix} -0,040 \\ -0,073 \end{smallmatrix}\right)$ ;  $d_2 = 92c11\left(\begin{smallmatrix} -0,110 \\ -0,240 \end{smallmatrix}\right)$ .

Площа перетину хвостовика  $F_x = 7539,1$  мм<sup>2</sup>.

Довжина хвостовика  $l_x = 140$  мм.

Діаметр шийки  $D_{ш} = 27,5$  мм.

Довжина направляючого конуса  $l_{нк}=20$  мм.

Довжина передньої направляючої  $l_n = l = 60$  мм.

Відстань до першого зуба:

$$\begin{aligned} l_1 &= 260 + l, \\ l_1 &= 260 + 60 = 320 \text{ мм.} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Крок ріжучих зубів, припускаючи використання одинарної схеми різання:

$$t_p = m \cdot \sqrt{l}, \quad (2.8)$$

де  $m = 1,25 \dots 1,5$  для одноразової схеми різання [2].

$$t_p = 1,35 \cdot \sqrt{60} = 12,01 \text{ мм.}$$

Відповідно [10] приймаємо  $t_p = 12$  мм.

Найбільше число одночасно працюючих зубів:

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= \frac{l}{t_p} + 1, \\ Z_{\max} &= \frac{60}{10} + 1 = 7 \text{ зубів.} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Розміри стружкової канавки [10]:

Глибина стружкової канавки  $h_k = 4$  мм.

Ширина задньої поверхні  $C = 3$  мм.

Радіус дна канавки  $r = 2$  мм.

Радіус спинки  $R = 7$  мм.

Площа стружкової канавки  $F_k = 12,56$  мм<sup>2</sup>.

Коефіцієнт заповнення стружкової канавки на підставі [10] для одинарної схеми різання  $K = 4$ .

Подача, допустима по розміщенню стружки:

$$S_{zk} = \frac{F_k}{K \cdot l}, \quad (2.10)$$

$$S_{zk} = \frac{12,56}{4 \cdot 55} = 0,057 \text{ мм/зуб.}$$

Найбільше зусилля, що допускається хвостовиком:

$$P_x = F_x \cdot \sigma_x, \quad (2.11)$$

де  $\sigma_x = 250$  МПа згідно [10].

$$P_x = 380,1 \cdot 250 = 95025 \text{ Н.}$$

Найбільше зусилля, що допускається протяжкой за першим зубом:

$$P_1 = \frac{\pi(D_{01} - 2h)^2 \cdot \sigma_1}{4}, \quad (2.12)$$

де  $\sigma_1 = 300$  МПа для матеріалу ХВГ.

$$P_1 = \frac{3,14 \cdot (28,74 - 2 \cdot 4)^2 \cdot 300}{4} = 101300 \text{ Н.}$$

В якості розрахункової сили різання приймаємо найменшу з 3-х можливих обмежень: допустимого зусилля в хвостовику; допустимого зусилля по першому зубу; допустимого зусилля за технічними характеристиками верстата:

$$0,9P_c = 102600 \cdot 0,9 = 92340 \text{ Н.}$$

$$P_p = \min\{P_x, P_1, 0,9P_c\}.$$

Приймаємо розрахункову силу різання  $P_p = 92340$  Н.

Подача, допустима по силі різання [10]:

$$S_{zp} = \left( \frac{P_p}{C_p \cdot \pi \cdot z_{\max} \cdot D_0} \right)^{1/x}, \quad (2.13)$$

де  $x = 0,8$ ;  $C_p = 2170$  Н/мм<sup>2</sup> при обробці матеріалів з твердістю до 197 НВ [10].

$$S_{Zp} = \left( \frac{92340}{2170 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 6} \right)^{1,25} = 0,039 \text{ мм/зуб},$$

Так як  $S_{Zp} < S_{Zk}$ , то далі проводимо перевірку розрахунка по груповій схемі різання. Крок ріжучих зубів для групової схеми різання:

$$t_p = m\sqrt{l}, \quad (2.14)$$

де  $m = 1,45 \dots 1,9$  – для групової схеми різання [10].

$$t_p = 1,6\sqrt{60} = 13,85 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $t_p = 14$  мм.

Максимальне число одночасно працюючих зубів:

$$Z_{\max} = \frac{l}{t_p} + 1, \quad (2.15)$$

$$Z_{\max} = \frac{60}{12} + 1 = 6 \text{ зубів.}$$

Розміри стружкової канавки [10].

Глибина стружкової канавки  $h_k = 4$  мм.

Ширина задньої поверхні  $C = 4$  мм.

Радіус дна канавки  $r = 2$  мм.

Радіус спинки  $R = 8$  мм.

Площа стружкової канавки  $F_k = 12,56$  мм<sup>2</sup>.

Коефіцієнт заповнення стружкової канавки на підставі [10] для групової схеми різання  $K = 3$ .

Подача, допустима по розміщенню стружки:

$$S_{Zk} = \frac{12,56}{3 \cdot 60} = 0,066 \text{ мм/зуб}.$$

Допустима подача по зусиллю різання:

$$S_{Zp} = \left( \frac{P_p \cdot n_r}{C_p \cdot \pi \cdot z_{\max} \cdot D_0} \right)^{1/x}, \quad (2.16)$$

де  $n_r$  – число зубів в групі.

Приймаємо число зубів в групі  $n_r=2$ .

$$S_{Zp} = \left( \frac{92340 \cdot 2}{2170 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 5} \right)^{1,25} = 0,118 \text{ мм/з.}$$

$S_{Zp} > S_{Zk}$  – подальше збільшення числа зубів в групі не доцільно через обмеження місткості стружкової канавки.

Довжина ріжучої частини при одинарної схемою різання (приймаємо  $S_{Z\min} = 0,04$  мм).

$$l_p = \frac{A \cdot t_p}{2 \cdot S_{Z\min}}, \quad (2.17)$$

$$l_p = \frac{1,26 \cdot 14}{2 \cdot 0,04} = 158,5 \text{ мм.}$$

## 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 3.1 Нормування технологічних операцій

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом [12].

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на протяжну операцію 010, яка виконується на горизонтально-протяжному верстаті [12].

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-з}}{n} + T_{шт}, хв; \quad (3.1)$$

$$T_{шт-к} = T_0 + (T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_е) * k + T_{об.см}, хв \quad (3.2)$$

де  $T_{n-з}$  - підготовчо-заключний час, хв.;

$T_0$  - основний час, хв.;

$n$  - кількість деталей в налагоджувальній партії, шт.;

$T_{yc}$  - час на встановлення та зняття деталі, хв.;

$T_{30}$  - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

$T_{yn}$  - час приймання керування, хв.;

$T_е$  - час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{об.см}$  - час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

$k$  - поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,063 \text{ [12].}$$

Час на вмикання або вимикання верстата кнопкою – 0,01 хв.; увімкнути робочий хід – 0,01 хв. [5]. Тоді:

$$T_{yn} = 0,01 + 0,02 = 0,03 хв;$$

$$T_е = 0,15 хв \text{ [12].}$$

Поправочний коефіцієнт на допоміжний час при серійному виробництві:  
 $k = 1,85$  [12].

Допоміжний час:

$$T_{дон} = T_{yc} + T_{yn} + T_е. \quad (3.3)$$

$$T_{дон} = (0,063 + 0,03 + 0,15) * 1,85 = 0,45 хв.$$



Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{дон}. \quad (3.4)$$

$$T_{on} = 0,096 + 0,45 = 0,9хв.$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місяця складає 6% від оперативного часу [12]:

$$T_{об.см} = \frac{0,9 * 6}{100} = 0,054хв;$$

$$T_{n-з} = 11хв.$$

Кількість деталей в партії [12]:

$$n = \frac{N * a}{254}, \quad (3.5)$$

де  $N$  – програма випуску деталей, шт;

$a$  – періодичність запуску в днях ( $a = 12$ ).

$$n = \frac{5000 * 12}{254} = 236,2 \approx 236шт.$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{11}{236} + 0,096 + (0,063 + 0,03 + 0,15) * 1,85 + 0,054 = 1,1хв.$$

Результати визначення часу на інші операції розраховуємо аналогічним чином. Всі дані заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Таблиця норм часу по операціям, хв.

Номер операції	$T_0$	$T_в$			$T_{on}$	$T_{об.см}$	$T_{шт}$	$T_{n-з}$	$n$	$T_{шт-к}$
		$T_{ус, T_{зо}}$	$T_{yn}$	$T_в$						
005	4,49	0,47	0,515	0,44	7,12	0,43	7,55	30	236	7,67
015	8,95	0,32	0,1	0,17	10,04	0,6	10,64	21	236	10,73
025	0,096	0,063	0,03	0,15	0,9	0,054	0,954	11	236	1,1
030	22,2	0,32	0,1	0,2	$\frac{23,3}{5}$	1,4	24,75	21	236	24,84
035	1,79	0,15	0,06	0,15	2,46	0,15	2,6	16	236	2,68

### **3.2 Організація робочого місця верстатника**

Робоче місце – частина виробничої площі цеху, на якій розміщується один або кілька верстатників і обслуговувана ними одиниця технологічного устаткування (верстат), а також оснастка і предмети виробництва.

#### **3.2.1 Розташування обладнання**

При розташування обладнання необхідно дотримуватись встановлених мінімальних розривів між верстатами та окремими елементами приміщення (ширина проходів і проїздів). Ширина проходів має бути не менше 1 м. Відстань між верстатами при поперечному розташуванні (в затилок) 0,9 м, а при попарному розташуванні (обличчя до обличчя) – 1,6 м. Для провезення вантажів автомашинами ширина проїзду – 3,5 м. Проходи і проїзди мають бути в порядку, чисті, границі їх відмічають білою фарбою або металевими світлими кнопками. Ширина робочої зони становить 0,8 м.

#### **3.2.2 Виробнича естетика**

Мета виробничої естетики – досягнення естетичного удосконалення трудової обстановки, яка забезпечує безпечні умови праці, високу продуктивність і гарний настрій робітників. Ці питання вирішує наука "Ергономіка".

Основні питання ергономіки:

1. Зовнішні поверхні верстата повинні мати суцільний плавний контур, не мати гострих кутів, впадин, виступів.
2. Рухомі частини мають бути закритими.
3. Колір верстатів має бути світлий, спокійний, оскільки правильно обраний колір зменшує втомлюваність та підвищує продуктивність.

Панелі стін вистою 2,5 – 3 м від підлоги рекомендовано фарбувати в світло-зелений, світло-жовтий або бежевий колір.

Металоріжучі верстати фарбують у світло-зелений або світло-сірий колір, рухомі частини – світло-жовтий, органи керування виділяють іншими спеціально підібраними відтінками.

Допоміжне обладнання та оснащення також виділяють у відповідні кольори. Трубопроводи фарбують в залежності від матеріалу, який в них переміщується:

- пар – рожевий колір;
- вода – зелений;
- стиснене повітря – блакитний;
- масло – коричневий.

### ***3.2.3 Організація робочого місця токаря***

Планування робочого місця токаря залежить від габаритних розмірів і призначення верстата, розмірів і маси оброблюваних заготовок, а також типу виробництва. В умовах одиничного та серійного виробництва, коли оброблюються різноманітні заготовки, на робочому місці встановлюють інструментальну шафу і стелаж. Заготовки і деталі укладають на стелажі (причому великі на його нижній полиці). Якщо в обробці деталі, які закріплюють у патроні правою рукою, стелаж встановлюють праворуч від токаря.

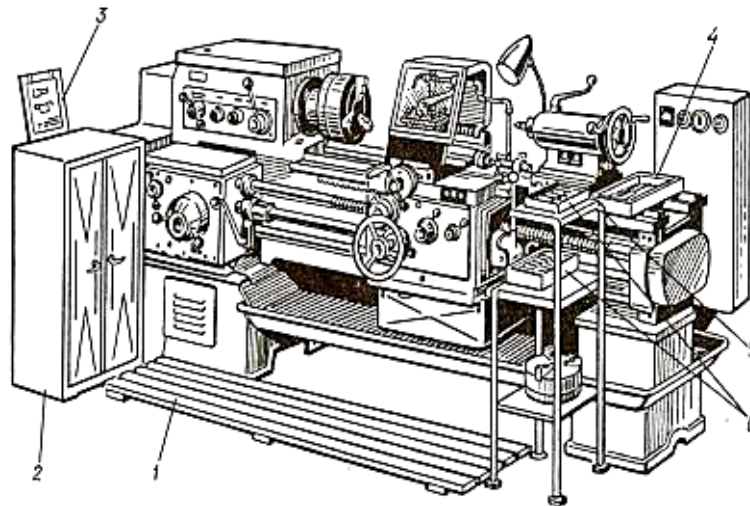


Рисунок 3.1 – Робоче місце токаря:

- 1 – підставка під ноги; 2 – інструментальна шафа; 3 – місце для креслення;  
4 - станина; 5 – задня бабка; 6 – стелаж для заготовок

На підлогу перед верстатом кладуть дерев'яну решітку. Робоче місце слід тримати в чистоті, оскільки бруд і безладдя призводять до втрати робочого

часу, браку, нещасних випадків, простою та передчасного зношення верстата.

Робітник на своєму робочому місці не повинен зазнавати шкідливого впливу з боку суміжних робочих місць.

### ***3.2.4 Організація робочого місця фрезерувальника***

Робоче місце фрезерувальника складається з фрезерного верстата з необхідним оснащенням і елементами, що забезпечують охорону праці та санітарно-гігієнічні умови.

Громіздке оснащення фрезерного верстата (машинні лещата, ділильні головки, різні пристрої, поворотні столи, кутники тощо) зберігають централізовано в шафах або на спеціальних стелажах.

На робочому місці фрезерувальника необхідно дотримуватись певного порядку, згідно правил безпечної роботи: підтримувати чистоту, не захащувати робоче місце зайвими предметами, проходи навколо верстата мають бути вільними, а підлога не повинна мати масляних плям.

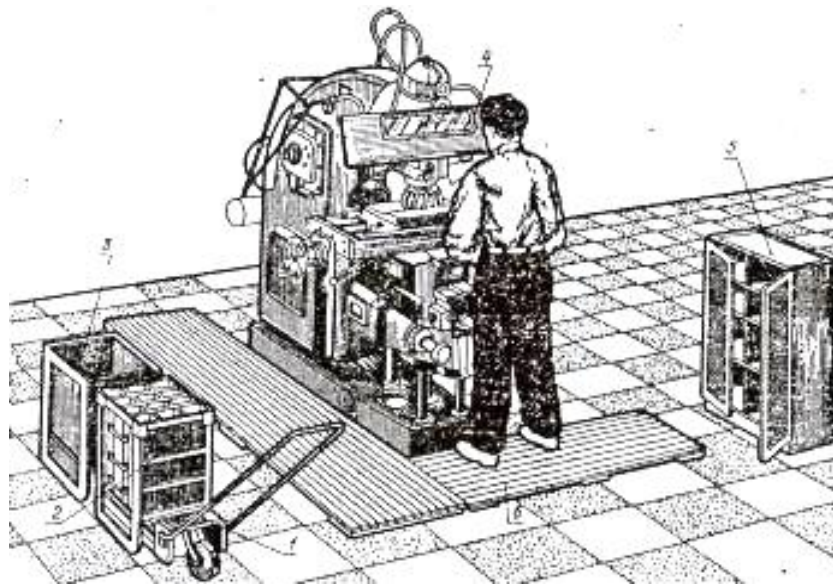


Рисунок 3.2 – Робоче місце фрезерувальника: 1 - візок; 2 – тара для заготовок; 3 – тара для деталей; 4 – система місцевого освітлення; 5 – інструментальна шафа; 6 – підставка під ноги.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **1 Загальні положення**

1.1. Інструкція розроблена на основі "Рекомендацій Держнаглядохоронпраці" щодо застосування "Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", "Положення про розробку інструкцій по охороні праці для працюючих", "Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці", ДСТ 12.1.013-78 [15, 16, 17].

1.2. Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.

1.3. До роботи на токарних верстатах допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли спеціальне навчання й одержали дозвіл на виконання токарних робіт.

1.4. Не слід торкатися до електропроводів та інших частин, що проводять струм, а також самому усувати несправності електрообладнання для уникнення ураження електричним струмом.

1.5. Бути уважним, не займатись сторонніми справами й розмовами, не відволікати увагу інших.

1.6. Не стояти і не проходити під піднятим вантажем або поблизу нього.

1.7. Постійно виконувати правила техніки безпеки, утримувати своє робоче місце в чистоті й порядку, не загромождувати проходи.

1.8. Палити в спеціально відведених місцях.

1.9. Помітивши порушення правил по техніці безпеки іншою особою або небезпеку для оточуючих, попередити цю особу або механіка про необхідність дотримання вимог, що забезпечують безпеку праці.

1.10. У випадку травмування або недомагання закінчити роботу, сповістити про це механіка і звернутися в медпункт.

### **2 Вимоги безпеки перед початком роботи**

2.1. Надіти робочий одяг. Застібнути або обв'язати обшлагаи рукавів, заправити одяг так, щоб не було кінців, що розвиваються.

2.2. Оглянути робочий одяг, забрати всі предмети, що заважають при роботі. Робочий інструмент і пристрої розкласти в зручному й безпечному для користування порядку і перевірити справність.

2.3. Переконатися в тому, що робоче місце достатньо освітлене і світло не буде сліпити очі.

2.4. Перевірити наявність, справність і міцність кріплення огороження та інших частин, що обертаються.

2.5. Перевірити чи не обірваний провід заземлюючого пристрою і його з'єднання.

2.6. При закріпленні інструменту в шпинделі за допомогою клинків, гвинтів, планок та інших пристроїв ці елементи не повинні виступати поза межі шпинделя. У випадку неможливого виконання цієї вимоги поверхні вказаних елементів слід закривати захисним пристроєм.

2.7. Перевірити на холостому ходу справність верстату, про всі несправності сповістити механіка і до їх усунення до роботи на верстаті не приступати.

### **3 Вимоги безпеки під час роботи**

3.1. Знімаючи (згвинчуючи) патрон або планшайбу, необхідно обертати їх тільки вручну. Забороняється для виконання цієї операції включати шпиндель верстата.

3.2. Під час роботи верстата забороняється торкатися частин, що обертаються, вводити руку в зону їх руху, класти на верстат деталі та інструменти.

3.3. При обробці в'язких матеріалів (сталей) необхідно застосовувати різці зі спеціальною заточкою або пристрої, що забезпечують роздроблення стружки в процесі різання. При обробці крихких матеріалів і при утворенні роздрібненої на малі частини стружки повинні застосовуватись стружковідвідники.

3.4. Обробка металів, що утворюють зливну стружку, повинна проводитися із застосуванням стружколомачів для роздроблення стружки.

3.5. Обпиловка, поліровка, зачистка абразивним полотном деталей, що обробляються на верстатах, повинна проводитися за допомогою спеціальних пристроїв (інструменту) і методами, що забезпечують безпеку виконання цих операцій.

3.6. Прутковий матеріал, що подається для обробки на верстаті, не повинен мати кривизни.

3.7. При обробці на високих швидкостях із метою безпеки необхідно користуватися обертовими центрами.

3.8. Для створення безпечних умов праці при обробці деталей великої довжини повинні застосовуватись люнети.

3.9. Перед кожним включенням верстату переконатися, що його пуск нікому не загрожує небезпекою.

3.10. Ріжучий інструмент підводити до деталі, яка обробляється плавно, без ударів і різкого натиску.

3.11. Вимкнення верстату необхідно здійснювати в наступних випадках: при тимчасовому закінченні роботи; при перерві в подачі електроенергії; для очищення, мащення і наладки верстату; при підтягуванні болтів, гайок, клинків та інших з'єднань деталей; при замірі деталей, які обробляються.

#### **4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

4.1. Для уникнення травмування – вставляти або виймати деталі, які обробляються, із шпинделя дозволяється лише тільки після повної зупинки.

4.2. При встановленні деталі, яка обробляється в шпиндель верстату слідкувати за надійністю його кріплення й правильністю центрування.

4.3. У випадку поломки ріжучого інструменту вимкнути верстат. Під час роботи верстату не нахилитись близько до шпинделя і ріжучого інструменту.

4.4. Команду «Стій» виконувати швидко, хто б її не подав – це команда запобігання аварії та нещасних випадків.

4.5. Після вимкнення верстату не допускається сповільнювати обертання шпинделя рукою або будь-яким іншим предметом.

4.6. При виявленні несправності негайно викликати пожежну бригаду і прийняти заходи по ліквідуванню пожежі наявними засобами пожежогасіння.

## **5 Вимоги безпеки після закінчення роботи**

5.1. Виключити електрообладнання.

5.2. Привести до ладу робоче місце. Прибрати інструмент, обладнання, пристрої у відведене для них місце.

5.3. Зняти спецодяг, помити лице, руки теплою водою з милом, при можливості прийняти душ.

5.4. Повідомити майстра про всі недоліки, які мали місце під час роботи.



## ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі були використані раніше отримані знання щодо визначення технологічності деталі, вибору баз, методів обробки, з розрахунку режимів різання і норм технологічного часу.

В першій частині виконано аналіз призначення та умов роботи деталі «Сателіт», що входить до складу заднього провідного моста автомобілів. Визначено вибір методу виготовлення заготовки – штампуванням, та призначено припуски на механічну обробку, спроектовано послідовність оброблення деталі, розроблено маршрутну карту технологічного процесу.

У другій частині виконано проектування допоміжного обладнання а саме трикулачковий патрон, що самоцентрується, спроектовано спеціальний ріжучий інструмент - протяжка для обробки внутрішнього отвору деталі.

В третій частині розраховано нормування технологічних операцій. І описано організацію робочого місця верстатника.

У останній частині підняті проблеми охорони праці на токарних і фрезерних верстатах.

Наведені в дипломній роботі розрахунки на виготовлення деталі "Сателіт" дають можливість об'єктивно оцінити всі переваги спроектованого технологічного процесу.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволять знизити собівартості виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання більш сучасного обладнання та більш ефективних технологій.

Для виконання роботи використовувалися такі програми як: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad 2000, КОМПАС 5.11.03, Microsoft PowerPoint.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Богуслаєв В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. — Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. — 336 с.: іл. — ISBN 966-7108-70-8.
2. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В. Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с., ил.
3. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513с.
4. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.
5. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
6. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец. 120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.
7. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
8. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.
9. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X/.
10. Металорізальні інструменти [Текст]: навч. посібник. Ч. 2 / П. Р. Родін [та ін.] ; Київський політехнічний ін-т. — К. : ІСДО, 1993. — 180 с. : іл. — ISBN 5-7763-1585-4.
11. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972.
12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания

для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч.2. Нормативы режимов резания.- М.: Экономика, 1990.

13. Андреев, Г.И. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительного производства / Г.И. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. Ю.М. Соломенцева, - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1999. – 415 с.

14. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.

15. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999.- 448 с., ил.

16. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А. Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.

17. ДСТ 12.1.013-78 Будівництво. Електробезпека.

18. ДСТ 7505-89 Поковки сталі штамповані.

19. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів. Загальні вимоги.

20. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.

21. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Северодонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.

## **ДОДАТКИ**