

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *бакалавр*

спеціальності *131 Прикладна механіка*

на тему **«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
«Сателіт» з обсягом випуску 15000 штук на рік»**

Виконав: студент групи ТМ – 16д

Северин Р.Ю.
(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Керівник Шевченко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Завідувач кафедри Созонтов В.Г.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент Сергієнко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Севєродонецьк – 2020

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота за темою «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Сателіт» з обсягом випуску 15000 штук на рік»: 68 с., 10 табл., 4 рис., 10 джерел.

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 15000 штук на рік.

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

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

У технологічному розділі роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

У конструкторському розділі дипломної роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі і спеціальний різальний інструмент – протяжка.

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

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

ЗМІСТ

	стор.
СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	5
ВСТУП	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі "Сателіт"	7
1.2 Визначення типу виробництва	8
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	9
1.4 Вибір методу виготовлення заготовок	10
1.5 Вибір технологічних баз	11
1.6 Проектування послідовності оброблення деталі	11
1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку	16
1.8 Розрахунок режимів різання	22
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	34
2.1 Проектування трикулачкового патрону, що самоцентрується	34
2.2 Проектування спеціального ріжучого інструменту – протяжки для обробки внутрішнього отвору деталі	36
3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	42
3.1 Нормування технологічних операцій	42
3.2 Організація робочого місця верстатника	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
4.1 Загальні вимоги безпеки	51
4.2 Вимоги безпеки перед початком робіт	53
4.3 Вимоги безпеки під час роботи	54
4.4 Вимоги безпеки по закінченню роботи	60
4.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	60
4.6 Спеціальні вимоги при роботі на різьботокарних верстатах	61
4.7 Спеціальні вимоги при роботі на токарно-револьверних верстатах	62
4.8 Спеціальні вимоги при роботі на токарних напівавтоматах та автоматах	64

ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	67
ДОДАТКИ	68

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

HB – твердість за Бринелем

HV – твердість за Вікерсом

HRC – твердість за Роквелом

k – постійна Больцмана, Дж/К

$\omega_{кр}$ – критичне значення пошкодженості

σ_m – межа плинності приконтаткних шарів тіла, що зношується

J_h – інтенсивність зносу, мм³/км

ρ - щільність інструментального матеріалу, кг/м³

σ_T – межа плинності інструментального матеріалу, МПа

T – температура, К

δ – відносна деформація зразка, %

σ_s – напруга плинності, МПа

σ_b – границя міцності, МПа

σ_t – границя текучості, МПа

$\sigma_{0,2}$ – умовна границя текучості, МПа

σ_{-1} – границя втоми, МПа

ψ – відносне звуження, %

μ – коефіцієнт Пуасона

ВСТУП

Всі галузі промисловості та народного господарства, в умовах постійно зростаючого науково-технічного прогресу, потребують високоефективних, високоточних та автоматизованих машин, наявність яких дає можливість виготовляти якісну конкурентоспроможну продукцію. В рішенні цих задач, поставлених перед машинобудуванням важлива роль належить такій науці, як технологія машинобудування. Вона охоплює увесь комплекс питань, які стосуються методів виготовлення машин і правильної розробки технологічних процесів машинобудівного виробництва.

Здійснення цих етапів неможливо без висококваліфікованих спеціалістів: конструкторів, технологів, наладчиків. Залучення таких спеціалістів дає можливість постійно вдосконалювати технології виготовлення машин та розробки раціональних технологічних процесів.

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 новітніх автоматизованих та потокових ліній, електричних обчислюваних машин й іншої сучасної техніки.

Важливою задачею машинобудування є зміна структури виробництва з метою підвищення якості характеристик машин та обладнання. Особливе значення при цьому надається модернізації самого машинобудування.

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» (рис. 1.1) використовують у планетарних передачах, як планетарні шестерні, які обертаються навколо центральної шестерні. Також деталі такої конфігурації використовують в автомобілях, як блоки шестерен заднього ходу.



Рисунок 1.1 – Модель деталі «Сателіт»

Деталь виготовлено з легованої сталі 40Х з загартуванням та відпуском, хімічний склад та механічні властивості матеріалу наведено в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 40Х (ДСТУ 7806:2015)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
				не більше			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,30	0,30	0,035	0,035

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 40Х

Переріз	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	Твердість НВ
101-200	490	655	15	45	59	212-248

Шорсткість поверхні зубців Ra= 1,25 мкм, радіальне биття 20 мкм, деталь

виготовлена по 8-й ступені точності, і працює при швидкостях 6,0 – 16 м/с.

1.2 Визначення типу виробництва

Базуючись на даних отриманих в ході аналізу ситуації на ринку, служба маркетингу підприємства зробила висновок: що, для забезпечення механізмів в яких використовується сателіт, необхідний обсяг його випуску складає 15 тис. одиниць на рік.

За табличними даними, тип виробництва деталі, маса якої складає 2,2 кг, а обсяг виробництва 15 тис. одиниць на рік, попередньо, можна оцінити, як серійний.

Остаточний висновок про тип виробництва можна зробити підрахувавши коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о.}$. Коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_o}{N}, \quad (1.1)$$

де $\sum \Pi_o$ – сумарна кількість різноманітних операцій;

N – кількість верстатів.

Кількість операцій, визначаємо за формулою:

$$\Pi_o = \frac{\eta_{з.п}}{\eta_{з.ф}} \quad (1.2)$$

де $\eta_{з.п}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, приймаємо 0,85;

$\eta_{з.ф}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання

Тоді для першої операції:

$$\Pi_o = \frac{0,85}{0,6} = 1,4.$$

Аналогічним чином розраховуємо кількість операцій для кожного робочого місця і результати зводимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Зведена таблиця розрахунку кількості операцій на робочому місці

Номер та найменування операції	C_{np} , шт.	$\eta_{зф}$, %	По
1	2	3	4
005 Токарна	1	39	2,18
015 Токарна	1	24	3,54
020 Токарна	1	42	2,02
025 Зубодовбальна	1	44	1,93
030 Зубонарізна	2	80	0,53
040 Шліфувальна	1	19	4,47
045 Шевінгувальна	1	52	1,63
050 Шевінгувальна	1	58	1,47
			$\Sigma 17,76$

Тоді:

$$K_{зо} = \frac{17,76}{8} = 2,22.$$

Оскільки $1 < K_{зо} < 10$, виробництво – серійне.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз технологічності проводиться для виявлення недоліків в конструкції або в технічних вимогах до деталі, щоб, при необхідності, внести покращуючі зміни.

Деталь виготовлено із сталі 40Х. При необхідності або відсутності даного матеріалу, можна використовувати сталі таких марок: 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР. Всі ці сталі відповідають технологічним і механічним вимогам для даної деталі.

В цілому конструкція сателіту технологічна: центральний отвір простої форми, без шліців та шпонкового пазу, наявність яких ускладнювало б конструкцію деталі. Зовнішній контур простої форми. Труднодоступних місць для обробки нема. Невелика маса в 2,2 кг дозволяє не використовувати підйомних пристроїв. Обробка не вимагає використання спеціального обладнання, інструментів та пристроїв.

Можливо використати принцип суміщення технологічних, конструкторських та вимірювальних баз, для отримання розмірів заданих конструктором.

При обробці деталі такої конфігурації базування здійснюється по попередньо обробленому центральному отвору.

Вимірювання розмірів до відповідності кресленню можна проводити за допомогою, як універсального так і спеціального вимірювального інструменту чи пристроїв.

Але механічна обробка зубчастих коліс взагалі є нетехнологічною, так як операція нарізання зубців зі зняттям стружки пов'язана з малопродуктивними методами обробки.

Отримання заготовки для деталей типу блоку шестерен, такої маси і габаритів, найраціональніше отримувати штамповкою на ГKM, що дає максимальний коефіцієнт використання матеріалу. Економічне обґрунтування цього методу буде проведено в розділі 5.

Зміни до конструкції деталі такої конфігурації вводити недоцільно.

1.4 Вибір методу виготовлення заготовок

Базуючись на: габаритних розмірах деталі – діаметр 113 мм, ширина 60 мм; масі деталі – 2,2 кг; конфігурації деталі – зубчасте колесо має два зубчастих вінці, можна виділити такі методи отримання заготовки: з круглого прокату, поковкою, штамповкою на молоті в торець, штамповкою на молоті вздовж вісі, штамповкою на горизонтально-кувальній машині.

Шорсткість та коливання розмірів при кожному з методів будуть різними. Найменше значення цих параметрів з усіх перелічених методів буде при отриманні заготовки на горизонтально-кувальній машині. Заготовка отримана даним методом буде близька по формі до готової деталі. Тобто, можна отримати деталь з мінімальними припусками, що зменшує кількість операцій механічної обробки.

Але остаточно треба приймати метод отримання заготовки

обґрунтувавши його ефективним використанням матеріалу та економічним ефектом кожного з методів.

1.5 Вибір технологічних баз

Від правильності вибору технологічних баз залежать: фактична точність виконання лінійних розмірів, призначених конструктором; правильність взаємного положення поверхонь, що обробляються; точність обробки; ступінь складності і конструкції необхідних пристосувань, ріжучих та вимірювальних інструментів; загальна продуктивність обробки заготовок.

При механічній обробці необхідно дотримуватися принципу єдності баз, тобто, прагнути к використанню однієї і тієї ж технологічної бази, не допускаючи без необхідності зміни технологічної бази.

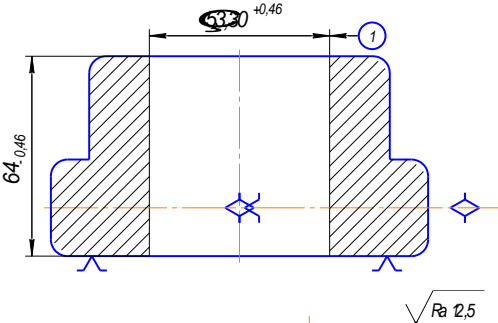
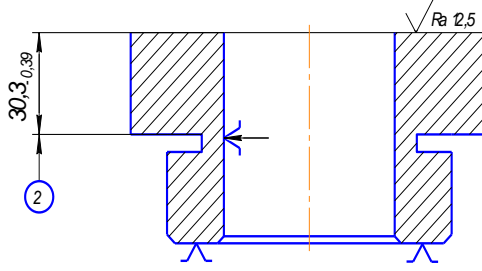
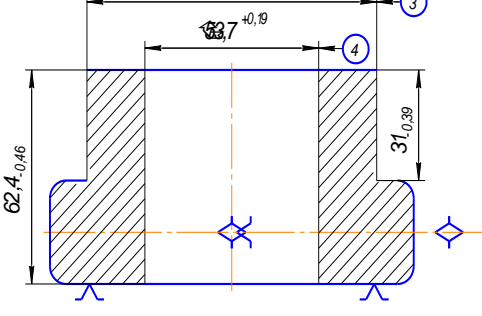
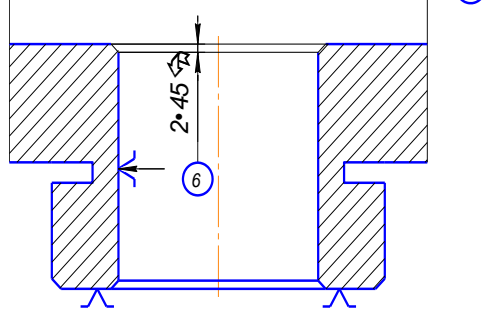
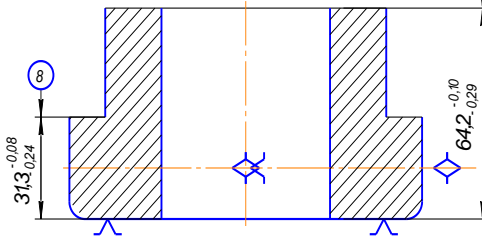
Для отримання зубчатого колеса заданої точності за чорнову базу, яка використовується при першій установці заготовки, приймаємо торцеву поверхню більшого діаметра, а також зовнішню поверхню більшого діаметра. Ця база використовується для підготовки чистової бази, якою є центральний отвір сателіту, відносно якого необхідно обробляти всі поверхні на послідовних операціях. Після чорнкової обробки всіх поверхонь відносно отвору, та нарізання зубчастих вінців, необхідно змінити базу для шліфування отвору. Для обробки отвору за базу приймаємо поверхню зубців на більшому діаметрі. Це дозволить нам отримати отвір необхідної точності.

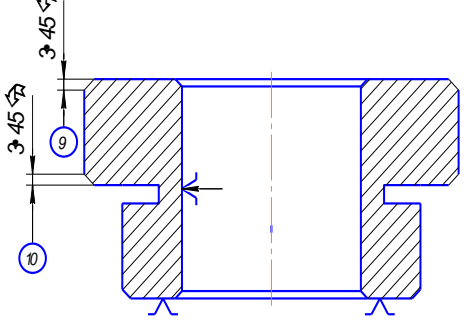
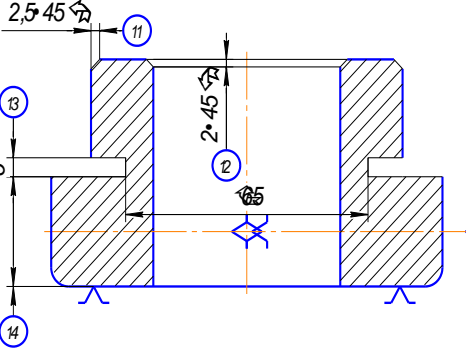
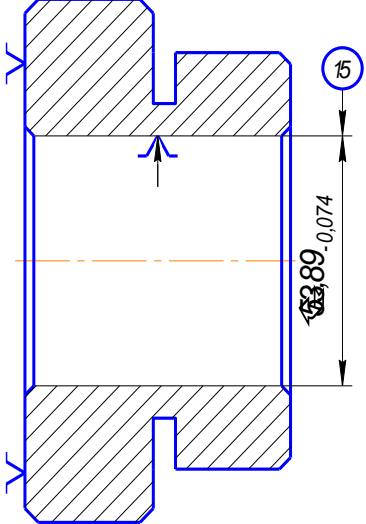
Остаточні всі поверхні обробляються відносно шліфованого отвору.

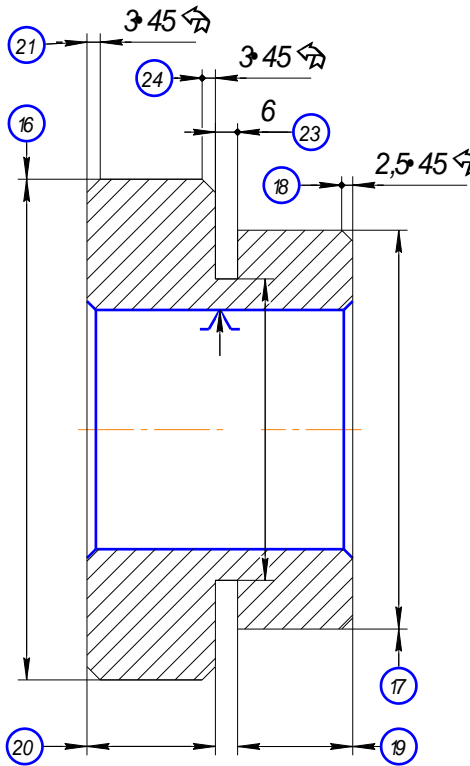
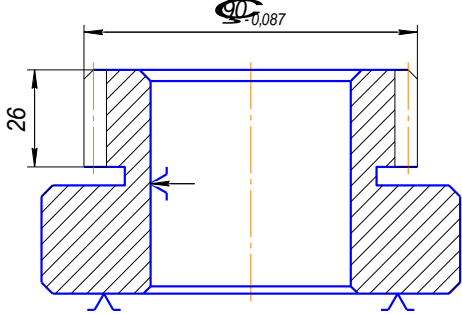
1.6 Проектування послідовності оброблення деталі

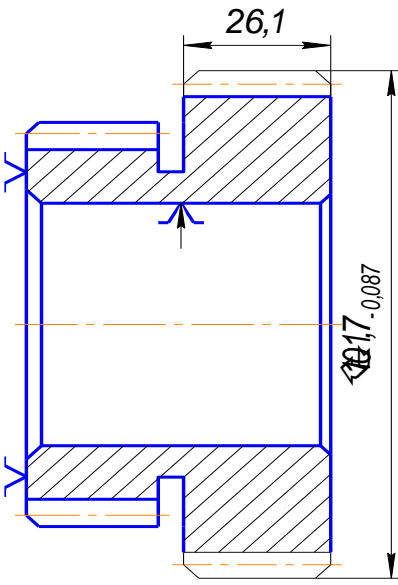
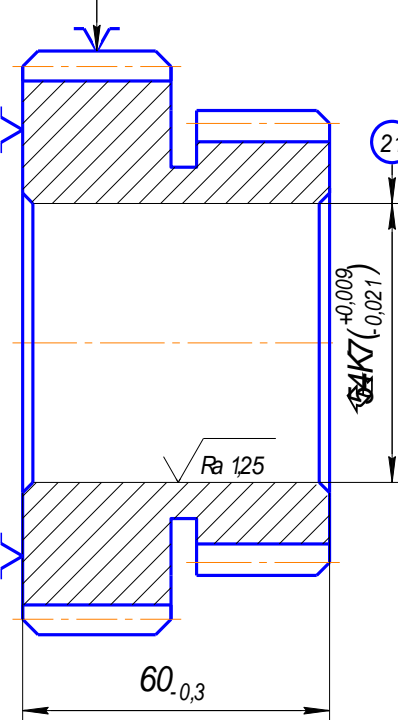
Маршрут обробки сателіту включає в себе 11 операцій, з термообробкою та постійним контролем за точністю в процесі виготовлення. Розроблений маршрут обробки зведено до таблиці 1.4.

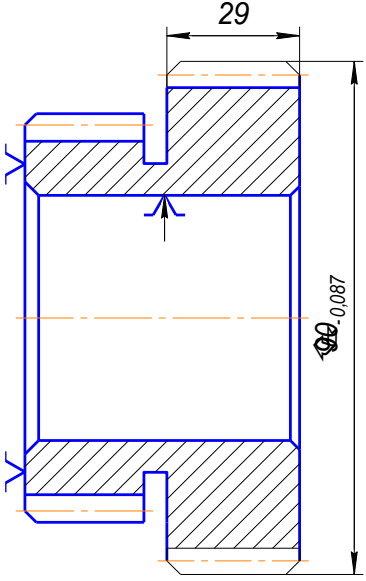
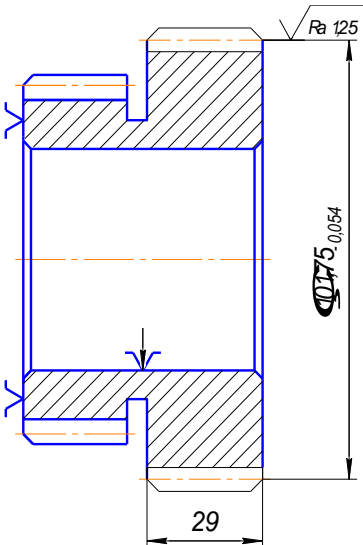
Таблиця 1.4 - Маршрут виготовлення сателіту

Номер, найменування та зміст операцій	Ескіз обробки, базування	Обладнання, пристрої та інструмент
<p>005 Токарна.</p> <p>Позиція 1. Встановити заготовку.</p> <p>Позиція 2. Зенкувати начорно отвір витримуючи розмір 1.</p>		<p>Напівавтомат 1К282</p> <p>вертикальний</p> <p>восьмишпindelний.</p> <p>Трикулачковий патрон.</p> <p>Зенкер 53,30 Р6М5 ГОСТ-1248971.</p>
<p>Позиція 3. Точити торцеву поверхню начорно, витримуючи розмір 2.</p>		<p>Штангенциркуль ГОСТ 166-89 ШЦ-I-125-0,05.</p>
<p>Позиція 4. Точити начорно зовнішню поверхню витримуючи розмір 3.</p> <p>Розточити отвір витримуючи розмір 4.</p>		<p>Оправка ГОСТ 16212-70.</p> <p>Підрізний різець Т5К10 ГОСТ 18880-73.</p> <p>Підрізний різець Т5К10 ГОСТ 18880-73.</p>
<p>Позиція 5. Точити зовнішню поверхню, витримуючи розмір 5.</p> <p>Зняти фаску 6.</p>		<p>Розточний різець Т5К10 ГОСТ 18882-7.</p> <p>Прохідний різець відігнутий Т5К10 ГОСТ 18868-7.</p>
<p>Позиція 6. Точити начорно торцеві поверхні витримуючи розмір 7 та 8.</p>		<p>Прохідний різець правий Т5К10 ГОСТ 18868-7</p> <p>Прохідний різець лівий Т5К10 ГОСТ</p>

Номер, найменування та зміст операцій	Ескіз обробки, базування	Обладнання, пристрої та інструмент
Позиція 7. Зняти фаски 9, 10		18868-7 Прохідний правий різець Т5К10 ГОСТ 18868-80. Відрізний різець Р6М5 ГОСТ 18874-73.
Позиція 8. Зняти дві фаски 11, 12. Зробити проточку витримуючи розміри 13 та 14		Прохідний відігнутий різець Т5К10 ГОСТ 18868-80.
010 Контрольна		
015 Токарна чистова. Позиція 1. Розточити начисто отвір, витримуючи розмір 15. Позиція 2. Розточити отвір начисто, витримуючи розмір 15.		Верстат токарно-гвинторізний 1А616. Трикулачковий патрон. Розточний різець Т5К10 ГОСТ 18882-7. Нутромір НМ75 ГОСТ 10-88.

Номер, найменування та зміст операцій	Ескіз обробки, базування	Обладнання, пристрої та інструмент
<p>020 Токарна чистова.</p> <p>Позиція 1. Встановити заготовку і закріпити.</p> <p>Позиція 2. Точити начисто зовнішні поверхні в розмір 16 та 17. Підточити фаски 18, 19, 20.</p> <p>Позиція 3. Точити торці, витримуючи розміри 21, 22.</p> <p>Зробити проточку, витримуючи розмір 23.</p>		<p>Верстат токарний багаторізцевий копіювальний 1Н713.</p> <p>Оправка розтискна.</p> <p>Оправка ГОСТ 16212-70. Копір.</p> <p>Прохідний різець Т5К10 ГОСТ 18868-80.</p> <p>Штангенциркуль ГОСТ 166-89 ШЦ-I-125-0,05.</p> <p>Підрізний різець Т5К10 ГОСТ 18880-73;</p> <p>Відрізний різець Р6М5ГОСТ 18874-73.</p>
<p>025 Зубодовбальна</p> <p>Позиція 1. Встановити заготовку і закріпити.</p> <p>Позиція 2. Довбання зубів на поверхні Ø90 мм начорно.</p>		<p>Верстат зубодовбальний вертикальний напівавтомат 5В12.</p> <p>Оправка розтискна.</p> <p>Оправка ГОСТ 16212-70. Довб'як $m = 2,5$ Т15К6 ГОСТ 9329-79.</p> <p>Зубомір моделі 23500 ГОСТ 4446-81.</p>

Номер, найменування та зміст операцій	Ескіз обробки, базування	Обладнання, пристрої та інструмент
<p>030 Зубонарізна</p> <p>Позиція 1. Встановити заготовку, закріпити і зняти.</p> <p>Позиція 2. Нарізання зубів на поверхні $\varnothing 113$ мм начорно.</p>		<p>Верстат зубофрезерний вертикальний універсальний 5М310.</p> <p>Оправка ГОСТ 16212-70.</p> <p>Черв'ячна модульна фреза $m = 2,5$ ГОСТ 9324-80.</p> <p>Зубомір моделі 23500 ГОСТ 4446-81.</p>
<p>035 Термообробка</p>		
<p>040 Шліфувальна.</p> <p>Шліфувати центральный отвір 24 в розмір 15.</p>		<p>Верстат внутрішньо- шліфувальний універсальний високої точності ЗК227В.</p> <p>Трикулачковий патрон.</p> <p>Шліфувальний круг ПП 42x32x16 2А СМ1 6 К5 35 м/с кл. А1.</p> <p>Нутромір НМ75 ГОСТ 10-88.</p>

Номер, найменування та зміст операцій	Ескіз обробки, базування	Обладнання, пристрої та інструмент
<p>045</p> <p>Зубошевінгувальна</p> <p>Позиція 1.</p> <p>Встановити заготовку, закріпити і зняти.</p> <p>Позиція 2.</p> <p>Шевінгування зубців $\varnothing 90$.</p>		<p>Верстат напівавтомат зубошевінгувальні з горизонтальною віссю виробу 5702В.</p> <p>Оправка ГОСТ 16212-70.</p> <p>Шевер дисковий $m = 2,5$ діаметр 180 мм ГОСТ 8570-80.</p> <p>Зубомір моделі 23500 ГОСТ 4446-81.</p>
<p>050</p> <p>Зубошевінгувальна</p> <p>Позиція 1.</p> <p>Встановити заготовку, закріпити</p> <p>Позиція 2.</p> <p>Шевінгування зубців $\varnothing 113$.</p>		<p>Верстат напівавтомат зубошевінгувальний з горизонтальною віссю виробу 5702В.</p> <p>Оправка ГОСТ 16212-70.</p> <p>Шевер дисковий $m = 2,5$ діаметром 180 мм ГОСТ 8570-80.</p> <p>Зубомір моделі 23500 ГОСТ 4446-81.</p>
<p>055 Контрольна</p>		

1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків аналітичним методом.

Розрахуємо припуски на механічну обробку поверхні $\varnothing 54K7$. Дані, отримані під час розрахунків, зводимо в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отвору сателіту Ø54K7 (див. рис. 1.2)

Технологічні переходи обробки поверхні Ø54K7	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск z_{\min}	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничне значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ϵ				dmin	dmax	2zmin	2zmax
Заготовка	160	200	1490	125		49,59	1900	47,69	49,59		
Зенкерування Розточування	5030	5040	89,4 59,6	7,55	1855,23 189,72	53,30 53,68	460 190	52,84 53,49	53,30 53,68	3710 380	5150 650
Розточування чистове Шліфування	105	2015	29,8	5	159,6 59,8	53,89 54,01	74 30	53,82 53,98	53,89 54,01	210 120	326 164

Розрахуємо сумарне значення просторових відхилень для даної заготовки за формулою 1.3:

$$\rho_{з.} = \sqrt{\rho_{з\text{м.}}^2 + \rho_{\text{ексц.}}^2}, \quad (1.3)$$

де $\rho_{з\text{м.}}$ – відхилення від співвісності, мм;

$\rho_{\text{ексц.}}$ – ексцентричність, прошитого центрального отвору по відношенню до зовнішнього контуру заготовки, мм.

Для даної заготовки:

$$\rho_{з\text{м.}} = 0,5 \text{ мм}, \quad \rho_{\text{ексц.}} = 1,4 \text{ мм} [1];$$

$$c_{з.} = \sqrt{0,5^2 + 1,4^2} = 1,49 \text{ мм або } 1490 \text{ мкм.}$$

Для визначення проміжних значень припусків на механічно обробку скористаємось формулою:

$$\rho_{\text{ост.}} = \rho_{з.} \cdot k_y, \quad (1.4)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми.

При чорновому точінні штампованих заготовок $k_y = 0,06$.

При чистовому точінні штампованих заготовок $k_y = 0,04$.

При шліфуванні після токарної обробки $k_y = 0,02$ [1].

Тоді:

$$c_{\text{ост.1}} = 1490 \cdot 0,06 = 89,4 \text{ мкм.}$$

$$c_{\text{ост.2}} = 1490 \cdot 0,04 = 59,6 \text{ мкм.}$$

$$c_{\text{ост.3}} = 1490 \cdot 0,02 = 29,8 \text{ мкм.}$$

$$e_1 = 125 \text{ мкм; } e_2 = 0,06 \cdot e_1 + e_{\text{інд}} = 0,06 \cdot 125 + 0,05 = 7,55 \text{ мкм.}$$

$$e_{\text{інд}} = 0,05 \text{ мкм; } e_4 = 0,04 \cdot e_1 = 0,04 \cdot 125 = 5 \text{ мкм.}$$

Розрахуємо мінімальний припуск на обробку $2z_{\text{min}}$:

$$2z_{\text{min}} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{c_{i-1}^2 + e_i^2} \right) \text{ мкм,} \quad (1.5)$$

Для I – го переходу:

$$2z_{\text{minзар}} = 2 \cdot \left(160 + 200 + \sqrt{1490^2 + 125^2} \right) = 2 \cdot 1855,23 \text{ мкм.}$$

Для II – го переходу:

$$2z_{\text{minзар}} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{89,4^2 + 7,6^2} \right) = 2 \cdot 189,72 \text{ мкм.}$$

Для III – го переходу:

$$2z_{\text{minзар}} = 2 \cdot \left(30 + 40 + \sqrt{59,6^2 + 5^2} \right) = 2 \cdot 159,6 \text{ мкм.}$$

Для IV – го переходу:

$$2z_{\text{min(зар.)}} = 2 \cdot \left(5 + 15 + \sqrt{29,8^2 + 0^2} \right) = 2 \cdot 59,8 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір:

$$d_{\text{mini}} = d_{\text{maxi}+1} - 2z_{\text{mini}+1}. \quad (1.6)$$

$$d_{p4} = 54,01 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = d_{p4} - 2z_{\min4} = 54,01 - 2 \cdot 0,0598 = 53,89 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = d_{p3} - 2z_{\min3} = 53,89 - 2 \cdot 0,1046 = 53,68 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = d_{p2} - 2z_{\min2} = 53,68 - 2 \cdot 0,1897 = 53,30 \text{ мм};$$

$$d_{p_{\text{зар}}} = d_{p1} - 2z_{\min1} = 53,30 - 2 \cdot 1,8552 = 49,59 \text{ мм}.$$

Граничний розмір:

$$d_{\min i} = d_{\max i} - T_i \quad (1.7)$$

$$d_{\min4} = d_{\max4} - T_4 = 54,01 - 0,030 = 53,98 \text{ мм};$$

$$d_{\min3} = d_{\max3} - T_3 = 53,89 - 0,074 = 53,82 \text{ мм};$$

$$d_{\min2} = d_{\max2} - T_2 = 53,68 - 0,190 = 53,49 \text{ мм};$$

$$d_{\min1} = d_{\max1} - T_1 = 53,30 - 0,460 = 52,84 \text{ мм};$$

$$d_{\min_{\text{зар}}} = d_{\max_{\text{зар}}} - T_{\text{зар}} = 49,59 - 1,900 = 47,69 \text{ мм}.$$

Граничне значення припуску:

$$2z_{\min}^{\text{пп}} = d_{\max i} - d_{\max i-1} \quad (1.8)$$

$$2z_{\min4}^{\text{пп}} = d_{\max4} - d_{\max3} = 54,01 - 53,89 = 0,120 \text{ мм} = 120 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min3}^{\text{пп}} = d_{\max3} - d_{\max2} = 53,89 - 53,68 = 0,21 \text{ мм} = 210 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min2}^{\text{пп}} = d_{\max2} - d_{\max1} = 53,68 - 53,30 = 0,38 \text{ мм} = 380 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min1}^{\text{пп}} = d_{\max1} - d_{\max_{\text{зар}}} = 53,30 - 49,59 = 3,71 \text{ мм} = 3710 \text{ мкм}.$$

$$2z_{\max}^{\text{пп}} = d_{\min i} - d_{\min i-1} \quad (1.9)$$

$$2z_{\max4}^{\text{пп}} = d_{\min4} - d_{\min3} = 53,98 - 53,82 = 0,164 \text{ мм} = 164 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 3}^{\text{пр}} = d_{\min 3} - d_{\min 2} = 53,82 - 53,49 = 0,326 \text{ мм} = 326 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 2}^{\text{пр}} = d_{\min 2} - d_{\min 1} = 53,49 - 52,84 = 0,65 \text{ мм} = 650 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 1}^{\text{пр}} = d_{\min 1} - d_{\min \text{заг}} = 52,84 - 47,69 = 5,15 \text{ мм} = 5150 \text{ мкм}.$$

Зробимо перевірку правильності розрахунків:

$$2z_{\max 4} - 2z_{\min 4} = 164 - 120 = 44; \quad \delta_3 - \delta_4 = 74 - 30 = 44.$$

$$2z_{\max 3} - 2z_{\min 3} = 326 - 210 = 116; \quad \delta_2 - \delta_3 = 190 - 74 = 116.$$

$$2z_{\max 2} - 2z_{\min 2} = 650 - 380 = 270; \quad \delta_1 - \delta_2 = 460 - 190 = 270.$$

$$2z_{\max 1} - 2z_{\min 1} = 5150 - 3710 = 1440; \quad \delta_{\text{заг}} - \delta_1 = 1900 - 460 = 1440.$$

Номінальний припуск:

$$2z_{0 \text{ ном}} = 2z_{0 \text{ min}} + B_3 - B_d.$$

$$2z_{0 \text{ ном}} = 3710 + 1400 - 9 \approx 5200 \text{ мкм}.$$

Номінальний діаметр:

$$d_{3 \text{ ном}} = d_{\max} - 2z_{0 \text{ ном}}.$$

$$d_{3 \text{ ном}} = 54,01 - 5,2 = 48,80 \text{ мм}.$$

На всі інші поверхні припуски та допуски вибираємо табличним методом.

Користуючись ГОСТ 7505-88, масою заготовки, її габаритами та методом отримання заготовки визначаємо вихідний індекс, за допомогою якого вибираємо припуски.

- Ступінь точності штамповки-4;
- група складності С2;

- група сталі – М2
- маса заготовки 3,3 кг;
- вихідний індекс 13.

Дані по припускам зводимо до таблиці 1.6.

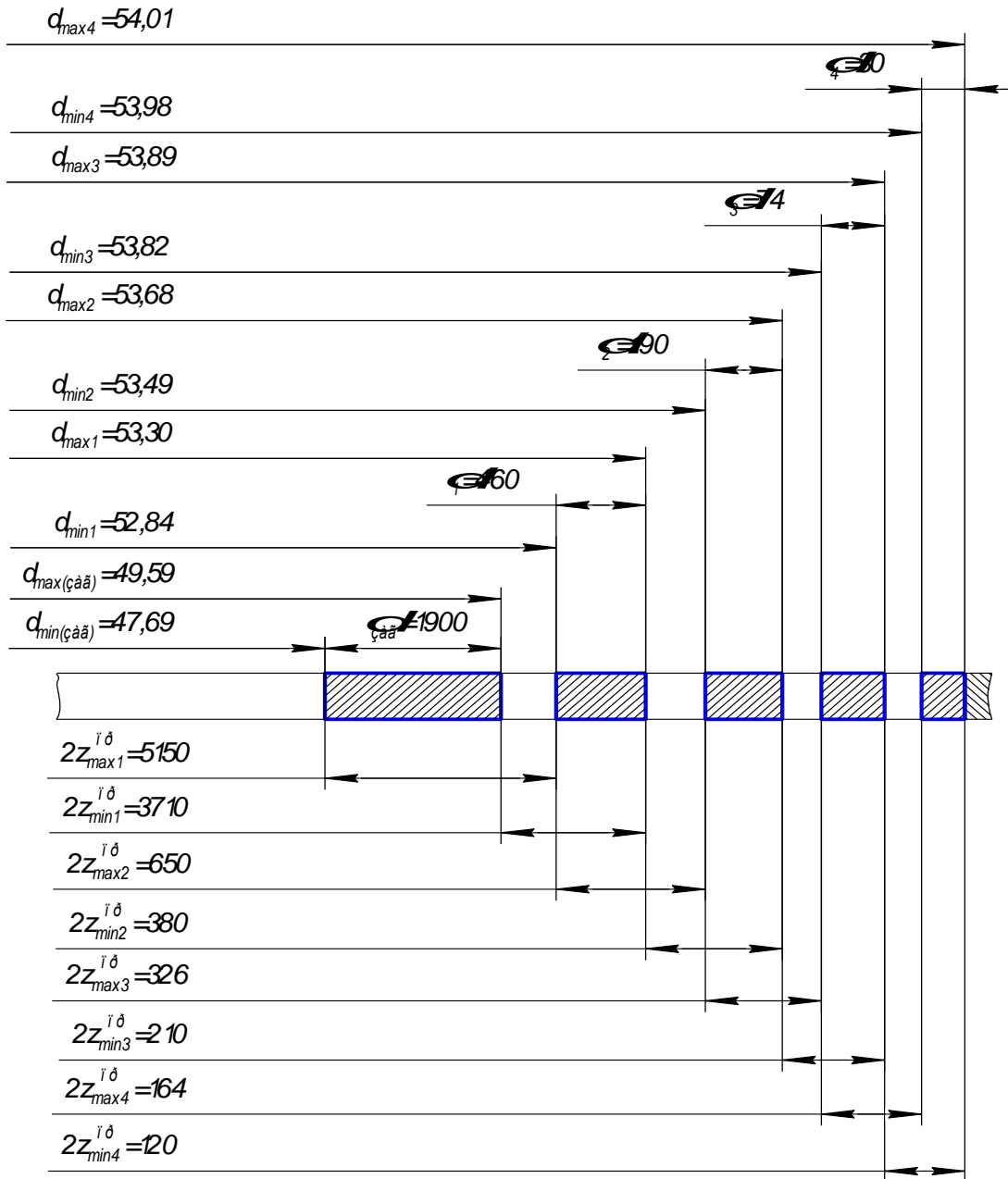


Рисунок 1.2 – Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку поверхні $\text{Ø}54\text{K}7$

Таблиця 1.6 - Припуски та допуски на оброблені поверхні сателіту згідно ГОСТ 7505 – 88 (розміри в мм)

Розмір	Припуск		Допуск
	Табличний	Розрахунковий	
Ø54K7	2·2,0	2·2,6	+1,6 -0,9
Ø90h8	2·1,5		+1,6 -0,9
Ø113h8	2·1,9		+1,8 -1,0
60	2·1,8		+1,6 -0,9

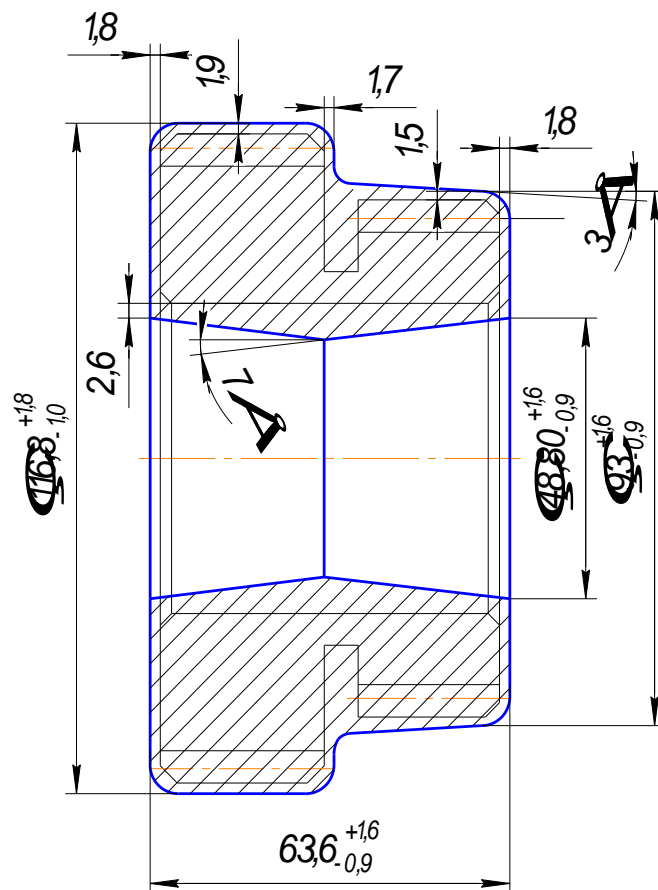


Рисунок 1.3 – Заготовка сателіту з нарахованими припусками та допусками

1.8 Розрахунок режимів різання

Аналітичним методом

Розрахуємо аналітичним методом режими різання на обробку отвору сателіту використовуючи дані таблиці 1.3

1) *Зенкування*

З урахуванням діаметру отвору подача при зенкеруванні [2]

$$S = 1,1 - 1,3 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо значення подачі $S = 1,2 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання при зенкеруванні розраховується за формулою [2]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв.} \quad (1.10)$$

де S – подача, мм/об.;

T – період стійкості інструменту, хв.,

t – глибина різання, мм;

C_v, y, m, x, q – коефіцієнт і показники ступенів.

За таблицею [2] визначаємо період стійкості зенкеру $T = 80 \text{ хв.}$

За таблицею [2]: $C_v = 16,3; q = 0,3; m = 0,3; x=0,2; y = 0,5.$

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання визначається за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}, \quad (1.11)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки.

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.12)$$

де $n_v = 0,9;$

$$\sigma_B = 655 \text{ МПа};$$

$$K_{\Gamma} = 1.$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{655} \right)^{0,9} = 1,13.$$

Приймаємо $K_{mv} = 1,13.$

$K_{ив}$ – коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента $K_{ив} = 0,3$;

K_{lv} – коефіцієнт, який враховує глибину зенкерування. $K_{lv} = 1$;

$K_{пв}$ – поправочний коефіцієнт при зенкеруванні. $K_{пв} = 0,8$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{lv} \cdot K_{пв} = 1,13 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,3.$$

$$V = \frac{16,3 \cdot 53,3^{0,3}}{80^{0,3} \cdot 1,9^{0,2} \cdot 1,2^{0,5}} \cdot 0,3 = 3,9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 1.13:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}. \quad (1.13)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 3,9}{3,14 \cdot 53,3} = 23,3.$$

По паспорту верстату приймаємо найближче значення частоти обертання шпинделя ($n_g \leq n$): $n_g = 42 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000}, \text{ м/хв.} \quad (1.14)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 53,3 \cdot 42}{1000} = 7 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо осьове зусилля P_o та крутильний момент $M_{кр}$ по формулам [2]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Нм}, \quad (1.15)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (1.16)$$

де K_p – поправочний коефіцієнт, який враховує умови обробки:

$$K_p = K_{mp},$$

де K_{mp} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу, визначається по таблицям:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.17)$$

$$K_p = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,9.$$

Відповідно до [2] коефіцієнти в формулах осьового зусилля та крутного моменту зведемо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Коефіцієнти і показники ступені

Параметр	Для $M_{кр.}$	Для P_o
C_m, C_p	0,09	67
Q	1	–
X	0,9	1,2
Y	0,8	0,65

$$M_{кр.} = 10 \cdot 0,09 \cdot 53,3^1 \cdot 1,9^{0,9} \cdot 1,2^{0,7} \cdot 0,9 = 87,4 \text{ Нм};$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 1,9^{1,2} \cdot 1,2^{0,65} \cdot 1,42 = 1431 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну потужність різання за формулою [2]:

$$N_e = \frac{M_{кр.} \cdot n_B}{9750}, \text{ кВт}; \quad (1.18)$$

$$N_e = \frac{87,4 \cdot 42}{9750} = 0,37 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна головного приводу складає 20 кВт, що набагато перевищує потужність різання.

Розрахуємо машинний час використаний на обробку за формулою [3]:

$$t_0 = \frac{l_0 + l_{вр} + l_{п}}{n \cdot S}, \text{ хв.} \quad (1.19)$$

де l_0 – довжина отвору що обробляється, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врізання, мм;

$l_{\text{п}}$ – величина перебігу, мм.

$$l_{\text{вр}} = t \cdot \text{ctg}\varphi + (0,5 \div 2), \text{ мм},$$

де φ – головний кут інструменту в плані, град.

$$l_{\text{вр}} = 1,9 \cdot \text{ctg}60^\circ + 1 = 2 \text{ мм};$$

$$l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{60 + 2 + 2}{42 \cdot 1,2} = 1,3 \text{ хв.}$$

2) Розточування напівчистове

Необхідно розточити отвір діаметром 53,3 мм у діаметр 53,7 мм.

Визначаємо швидкість різання при розточуванні за формулою [2]:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v \cdot 0,9, \text{ м/хв.} \quad (1.20)$$

де $T = 45 \text{ хв.}$;

$$t = 0,20 \text{ мм};$$

$$C_v = 420;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,2;$$

0,9 – поправочний коефіцієнт на швидкість різання при розточуванні.

В залежності від виду обробки при чорновому точінні, діаметру обробки, розмірів державки різця та глибини різання назначаємо подачу $S = 0,5 \text{ мм/об.}$

По паспортним даним верстату приймаємо $S = 0,5 \text{ мм/об.}$

$$K_v = K_{\text{mv}} \cdot K_{\text{пв}} \cdot K_{\text{ив}},$$

$$\text{де } K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{y_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{655} \right)^{0,9} = 1,13;$$

$$K_r = 1; n_v = 1; K_{nv} = 1; K_{nv} = 1.$$

$$K_v = 1,13 \cdot 1 \cdot 1 = 1,13.$$

$$V = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 1,13 \cdot 0,9 = 204 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 1.13:

$$n = \frac{1000 \cdot 204}{3,14 \cdot 53,68} = 1210 \text{ об/хв.}$$

По паспорту верстату приймаємо найближче значення частоти обертання шпинделя ($n_g \leq n$): $n_g = 980 \text{ хв.}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 53,70 \cdot 980}{1000} = 165 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо всі складові сили різання, а відповідно P_z , P_y та P_x за формулою [2]:

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H, \quad (1.21)$$

де C_p , y , n , – коефіцієнт і показники ступенів в формулі сили різання;

K_p – поправочний коефіцієнт, який враховує умови обробки, визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (1.22)$$

де $K_{\varphi p}$ – коефіцієнт, який враховує вплив головного кута в плані;

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, який враховує вплив переднього кута;

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу головної ріжучої кромки;

K_{rp} – коефіцієнт, який враховує вплив радіуса при вершині різця;

K_{mp} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу, що обробляється.

Значення коефіцієнтів зводимо до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Значення коефіцієнтів, що впливають на обробку

Параметр	Для P_z	Для P_y	Для P_x
$K_{\phi p}$	0,94	0,77	1,11
$K_{\gamma p}$	1,1	1,4	1,4
$K_{\lambda p}$	1	1	1
$K_{r p}$	0,93	0,82	1
K_p	0,86	0,97	1,4
C_p	300	243	339
X	1	0,9	1
Y	0,75	0,6	0,5
N	-0,15	-0,3	-0,4

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,9.$$

$$\text{Для } P_z: K_p = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,86.$$

$$\text{Для } P_y: K_p = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,97.$$

$$\text{Для } P_x: K_p = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 1,4.$$

Отриманні значення вносимо до таблиці 1.8.

Визначаємо складові сили різання по отриманим даним: P

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,20^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 165^{-0,15} \cdot 0,86 = 130,4 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,20^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 165^{-0,3} \cdot 0,97 = 68,5 \text{ Н.}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,20^1 \cdot 0,5^{0,5} \cdot 165^{-0,4} \cdot 1,4 = 72,7 \text{ Н.}$$

Розрахуємо ефективну потужність різання по значенню найбільшої сили P_z за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}; \quad (1.23)$$

$$N_e = \frac{130,4 \cdot 165}{61200} = 0,35 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна головного приводу складає 20 кВт , що набагато перевищує потужність різання.

Величину врізання розраховуємо за формулою:

$$l_{\text{вр}} = \frac{t}{\text{tg}\varphi} + (0,5 \div 2), \text{ мм}; \quad (1.24)$$

$$l_{\text{вр}} = \frac{0,20}{\text{tg}60^\circ} + 2 = 2 \text{ мм};$$

$$l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{60 + 2 + 2}{0,5 \cdot 980} = 0,13 \text{ хв.}$$

3) Розточування чистове

Визначаємо швидкість різання при розточуванні за формулою 1.20,

де $T = 45 \text{ хв.}$; $t = 0,10 \text{ мм}$; $C_v = 420$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$;

$0,9$ – поправочний коефіцієнт на швидкість різання при розточуванні [2].

В залежності від виду обробки при чистовому точінні, діаметру обробки, розмірів державки різця та глибини різання назначаємо подачу $S = 0,2 \text{ мм/об}$ [2].

Згідно паспортних даних верстату приймаємо $S = 0,2 \text{ мм/об}$.

$$V = \frac{420}{45^{0,2} 10^{0,15} 0,2^{0,2}} \cdot 1,13 \cdot 0,9 = 225 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою 1.13:

$$n = \frac{1000 \cdot 225}{3,14 \cdot 53,9} = 1327 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстату приймаємо найближче значення частоти обертання шпинделя ($n_g \leq n$): $n_g = 1250 \text{ хв.}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою 1.14:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 53,90 \cdot 1250}{1000} = 212 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо всі складові сили різання, а відповідно P_z , P_y та P_x за формулою 1.21.

Для розрахунку користуємось таблицею 1.8 та даними, отриманими при напівчистовому точінні, значення коефіцієнтів:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,10^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 212^{-0,15} \cdot 0,86 = 54,7 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,10^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 212^{-0,3} \cdot 0,97 = 47,8 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,10^1 \cdot 0,2^{0,5} \cdot 212^{-0,4} \cdot 1,4 = 22,1 \text{ Н}.$$

Розрахуємо ефективну потужність різання по значенню найбільшої сили P_z за формулою 1.23:

$$N_e = \frac{54,7 \cdot 165}{61200} = 0,19 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна головного приводу складає 4 кВт, що набагато перевищує потужність різання.

Величину врізання розраховуємо за формулою 1.24:

$$l_{вр} = \frac{0,10}{\text{tg}60^\circ} + 2 = 2 \text{ мм};$$

$$l_{II} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{60 + 2 + 2}{0,2 \cdot 980} = 0,3 \text{ хв.}$$

4) Шліфування

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [2]:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q, N \text{ кВт}, \quad (1.25)$$

де d – діаметр шліфування, мм;

s – переміщення шліфувального круга, мм;

t – глибина шліфування, мм;

v_3 – швидкість обертання заготовки;

C_N, r, x, y, q – коефіцієнт та показники ступені в формулі потужності різання.

$$C_N = 0,36; r = 0,35; x = 0,4; y = 0,4; q = 0,3 t = 0,02 \text{ мм.}$$

Розрахуємо число проходів необхідних для зняття припуску 0,1 мм за формулою:

$$i = \frac{a}{t}. \quad (1.26)$$

$$i = \frac{0,1}{0,02} = 5.$$

Назначаємо прокольну подачу:

$$S = (0,25 - 0,4) \cdot B, \text{ мм/об.}$$

$$S = (0,25 - 0,4) \cdot 32 = 8 - 12,8 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 10 \text{ мм/об.}$

Вибираємо швидкість заготовки $V_3 = 20 \text{ м/хв.}$

$$N = 0,36 \cdot 20^{0,35} \cdot 0,02^{0,04} \cdot 10^{0,4} \cdot 54^{0,3} = 7,3 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигунів верстату $12,0 \text{ кВт}$, що перевищує потужність різання.

Визначаємо машинний час на обробку за формулою:

$$T = \frac{L \cdot i \cdot k}{n_d \cdot S}, \text{ хв.,} \quad (1.27)$$

де $n_d = 250 \text{ об/хв.}$ (для сталі з $HRC 30 \dots 50$);

L – довжина шліфуємої поверхні;

i – кількість проходів;

S – подача, мм/об

$k = 1,2$ [3] – поправочний коефіцієнт.

$$T = \frac{60 \cdot 5 \cdot 1,2}{250 \cdot 10} = 0,15 \text{ хв.}$$

На всі інші поверхні режими різання вибираємо і розраховуємо за довідниковими таблицями [4].

Розрахуємо режими різання на чорнове обточування поверхні діаметром 90h8:

$$t = 1 \text{ мм};$$

$$S_0 = 0,6 \text{ мм/об};$$

Дійсна швидкість різання визначається за формулою:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ м/хв.}, \quad (1.28)$$

де K_1 – коефіцієнт, який залежить від матеріалу що обробляється;

K_2 – від стійкості та марки твердого сплаву;

K_3 – від виду обробки;

$$V_{\text{табл.}} = 125 \text{ м/хв.}; K_1 = 0,7; K_2 = 1,0; K_3 = 1,05.$$

Відтоді маємо:

$$V = 125 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 92 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя розраховуємо за формулою 1.13:

$$n = \frac{1000 \cdot 92}{3,14 \cdot 90} = 326 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстату приймаємо частоту обертання 315 об/хв.

Дійсна швидкість буде дорівнювати:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 315}{1000} = 89 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо машинний час, що витрачається на обробку за формулою:

$$t_m = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_0 \cdot n}, \text{ хв.}, \quad (1.29)$$

де $L_{\text{р.х.}}$ – довжина робочого ходу супорту, мм:

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{різ}} + y + L_{\text{дод}},$$

де $L_{\text{різ}}$ – довжина різання, мм;

y – підвід, врізання та перебіг інструменту, мм;

$L_{\text{дод.}}$ – додаткова довжина ходу, мм.

$$L_{\text{різ}} = 25 \text{ мм}; y = 1 \text{ мм}; L_{\text{дод.}} = 0 \text{ мм};$$

$$L_{\text{р.х.}} = 25 + 1 + 01 = 26 \text{ мм};$$

$$t_{\text{м}} = \frac{26}{0,6 \cdot 315} = 0,14 \text{ хв.}$$

Аналогічним методом розраховуємо режими різання на інші операції, визначенні дані зводимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Зведена таблиця режимів різання

Найменування операції	Швидкість різання V , м/хв	Подача S , мм/об	Глибина різання t , мм	Кількість проходів, шт.	Частота обертання n , об/хв	Машинний час $T_{\text{м}}$, хв.	Стійкість інструмента T , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8
005 Токарна Позиція 2	7	1,2	1,9	1	42	1,3	80
Позиція 3	89	0,6	1,3	1	315	0,14	50
Позиція 4	165	0,5	0,2	1	980	0,13	45
Позиція 5	89	0,6	1,3	1	315	0,19	50
Позиція 6	89	0,6	1,3	1	315	0,07	50
Позиція 7	89	0,6	1,3	1	250	0,02	50
Позиція 8	89	0,6		1	250	0,17	50
015 Токарна	225	0,2	0,1	1	1250	0,3	50
020 Токарна чистова	200	0,6	0,6	1	800	1,3	50
025 Зубодовбальна.	28	0,30		1	–	2,17	300
030 Зубонарізна	35	2,0	–	1	35	7,2	240
040 Шліфувальна	35	10	0,02	5	250	0,15	–
045 Зубошевінгувальна	12,5	0,04	0,16	1	290	2,34	120
050 Зубошевінгувальна	12,5	0,04	0,16	1	290	2,83	120

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° один до одного. Кулачки можна переставляти, повертаючи їх на 180° , 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:

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

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

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

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

K_3 – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при обробці преривчастих поверхонь заготовки, $K_3 = 1,2$;

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

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

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

Визначаємо силу затиску одним кулачком патрона:

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

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, $f_{\text{т.п.}} = 0,8$ [5];

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

$K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу.

$$W_k = 2400 \cdot \frac{1 \cdot 98,8}{3 \cdot 0,8 \cdot 176,1} = 1212(\text{Н}).$$

Визначаємо зусилля на штоці:

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

де W_k – сила затиску одним кулачком патрона, Н;

n_k – кількість кулачків;

$K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт, який враховує додаткові сили тертя в патроні, $K_{\text{тр}} = 1,05$ [6];

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 напрямної частини кулачка мм, $h_k = 65$ мм;

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

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

Визначаємо діаметр поршня циліндра:

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

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

p – тиск стиснутого повітря, МПа, $p = 0,39$ МПа.

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

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

Отже дійсна сила затиску деталі:

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

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

p – тиск стиснутого повітря, МН/м;

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

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

2.2 Проектування спеціального ріжучого інструменту – протяжки для обробки внутрішнього отвору деталі

Обґрунтування конструкції протяжки

Проектована протяжка призначена для обробки круглого отвору (див. рис. 1.3) з точністю виготовлення по 7 квалітету і шорсткістю поверхні $R_a = 2,5$ мкм. Необхідний отвір у 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 HRC 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:

Межа міцності $\sigma_B \approx 600$ МПа;

Твердість ≈ 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 [7]:

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

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

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

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

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

З урахуванням можливого зносу свердла при зворотній конусності 0,2 [7] 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 $F_x = 7539,1 \text{ мм}^2$.

Довжина хвостовика $l_x = 140 \text{ мм}$.

Діаметр шийки $D_{ш} = 27,5 \text{ мм}$.

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

Довжина передньої направляючої $l_n = l = 60 \text{ мм}$.

Відстань до першого зуба:

$$l_1 = 260 + l. \quad (2.7)$$

$$l_1 = 260 + 60 = 320 \text{ мм}.$$

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 однозаходової схеми різання [7].

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

Згідно [6] приймаємо $t_p = 12 \text{ мм}$.

Найбільше число одночасно працюючих зубів:

$$Z_{\max} = \frac{l}{t_p} + 1, \quad (2.9)$$

$$Z_{\max} = \frac{60}{12} + 1 = 7 \text{ зубів}.$$

Розміри стружкової канавки [6]:

Глибина стружкової канавки $h_k = 4 \text{ мм}$.

Ширина задньої поверхні $C = 3$ мм.

Радіус дна канавки $r = 2$ мм.

Радіус спинки $R = 7$ мм.

Площа стружкової канавки $F_k = 12,56$ мм².

Коефіцієнт заповнення стружкової канавки на підставі [6] 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 [10].

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

Найбільше зусилля на першому зубі, що допускається протяжкою:

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

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 $P_p = 92340 \text{ Н}$.

Подача, допустима по силі різання [6]:

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

де $x = 0,8$; $C_p = 2170 \text{ Н/мм}^2$ при обробці матеріалів з твердістю до 197 НВ [6].

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

Оскільки $S_{Zp} < S_{zk}$, далі проводимо перевірку розрахунку по груповій схемі різання.. Крок ріжучих зубів для групової схеми різання:

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

де $m = 1,45 - 1,9$ для групової схеми різання [6].

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

Приймаємо $t_p = 14 \text{ мм}$.

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 [6].

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 $F_k = 12,56$ мм².

Коефіцієнт заповнення стружкової канавки на підставі [6] 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 $n_r = 2$.

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

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

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

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

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

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Нормування технологічних операцій

Нормування технологічного процесу в умовах серійного виробництва встановлюється розрахунково-аналітичним методом.

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на чистову токарну операцію 020, яка виконується на гідрокопіювальному верстаті 1Н713 за формулою [8]:

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

$$T_{\text{шт-к}} = T_0 + (T_{\text{вз}} + T_{\text{зв}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{вим}}) \cdot k + T_{\text{об.в}}, \text{хв} \quad (3.2)$$

де $T_{\text{п-з}}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

T_0 – основний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, шт.;

$T_{\text{вз}}$ – час на встановлення та зняття деталі, хв.;

$T_{\text{зв}}$ – час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

$T_{\text{уп}}$ – час приймання керування, хв.;

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{\text{об.в}}$ – час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

k – поправочний коефіцієнт.

$$T_{\text{вз}} = 0,20 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{з.в}} = 0,024 \text{ хв.}$$

Час на вмикання верстата кнопкою – 0,01 хв.; підвести та відвести різець від деталі – 0,05 хв.; підвести різець при знятті фаски – 0,016 хв.; підвести різці поперечного супорту – 0,05 хв. Тоді:

$$T_{\text{уп}} = 0,01 + 0,05 + 0,016 + 0,05 = 0,13 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{вим}} = 0,5 \text{ хв.}$$

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

Допоміжний час визначаємо за формулою:

$$T_B = T_{B3} + T_{B3} + T_{y\Pi} + T_{BIM} , \text{ хв.} \quad (3.3)$$

$$T_B = (0,20 + 0,024 + 0,13 + 0,5) \cdot 1,85 = 1,6 \text{ (хв.)}$$

Оперативний час визначаємо за формулою:

$$T_{оп} = T_0 + T_B , \text{ хв.} \quad (3.4)$$

$$T_{оп} = 1 + 1,6 = 2,6 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу:

$$T_{об.від} = \frac{2,6 \cdot 6}{100} = 0,16 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час на налагоджування верстату – 7 хв.; отримання інструмента та пристосування й здача його після закінчення обробки – 10 хв. Тоді:

$$T_{п-з} = 7 + 10 = 17 \text{ хв.}$$

Кількість деталей в партії:

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

де N – програма випуску деталей, *шт.*;

a – періодичність запуску в днях ($a = 6$).

$$n = \frac{15000 \cdot 6}{254} = 354,3 \approx 354 \text{ шт.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{17}{354} + 1 + 1,6 + 0,16 = 2,8 \text{ хв.}$$

Результати визначення часу на інші операції розраховуємо аналогічним чином. Отримані результати зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Норми часу

Найменування операції	T _о	T _в			T _{оп}	T _{об.від}	T _{шт}	T _{п-з}	n	T _{ш-к}
		T _{в.з+} T _{з.в}	T _{уп}	T _{вим}						
005 Токарна поз. 2	1,27	0,12	0,03	0,17	2,2	0,132	2,52	20	354	2,59
поз. 4	0,14		0,025	0,16	1,20	0,072	1,30			
поз. 6	0,07		0,025	0,17	0,65	0,039	0,72			
поз. 8	0,17		0,026	0,13	0,68	0,041	0,74			
поз. 3	0,14	0,24	0,03	0,16	0,94	0,056	0,98			
поз. 5	0,19		0,025	0,17	1	0,06	1,1			
поз. 7	0,02		0,025	0,06	0,62	0,037	0,67			
015 Токарна	0,40	0,22	0,035	0,18	1,2	0,09	1,25	17	354	1,3
020 Токарна	1,3	0,22	0,13	0,5	2,6	0,16	2,68	17	354	2,8
025 Зубодовб альна	2,17	0,37	0,07	0,12	2,7	0,20	2,93	24	354	2,97
030 Зубо- нарізна	7,2	0,24	0,15	0,12	8,14	2,6	10,31	17	354	10,8
040 Шліфу- вальна	0,15	0,22	0,03	0,22	1,0	0,05	1,2	17	354	1,1
045 Зубо- шевінгу- вальна	2,34	0,22	0,05	0,17	3,2	0,23	3,42	17	354	3,48
050 Зубо- шевінгу- вальна	2,83	0,22	0,05	0,17	3,6	0,26	3,72	17	354	3,91

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.

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.

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

Металорізальні 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.

Організація робочого місця токаря

На робочому місці токаря знаходяться: верстат, інструментальна шафа з ріжучими і вимірювальними інструментами і приналежності до верстата (патрони, планшайба з набором болтів і прихватів, загартовані і сирі кулачки, хомутики, люнети, ключі, центра, маслянка і т. д.).

Правильне розташування на робочому місці всього, що потрібно для роботи, - важлива умова підняття продуктивності праці і забезпечення умов безпеки роботи.

На рис. 3.1 показано правильно організоване робоче місце токаря, при плануванні якого необхідно керуватись наступними правилами:

1. На робочому місці не повинно бути нічого зайвого.
2. Все повинно бути зосереджено навколо робочого на можливо близькій відстані, але так, щоб не заважати його вільним рухам.
3. Кожен предмет потрібно класти на відведене для нього місце, щоб не шукати його при повторному використанні.
4. Все, чим під час роботи доводиться частіше користуватися, потрібно мати у своєму розпорядженні ближче. Все, чим користуються рідше, потрібно укладати далі.
5. Укладати предмети необхідно таким чином, щоб місце їх розташування відповідало природним рухам рук робітника. Наприклад, предмети, які беруться лівою рукою, повинні бути укладені зліва. Якщо який-небудь предмет важко підняти однією рукою, треба його покласти так, щоб його можна було зручно брати обома руками.
6. Предмети, що вимагають обережного поводження, повинні бути покладені вище предметів, які потребують меншого відповідного догляду. Наприклад, вимірювальний інструмент повинен знаходитися найвище, нижче повинні бути розміщені заточені і доведені різці, а ще нижче -

пристосування.

7. Креслення, операційні карти, робочі наряди повинні бути так розташовані, щоб ними зручно було користуватися.

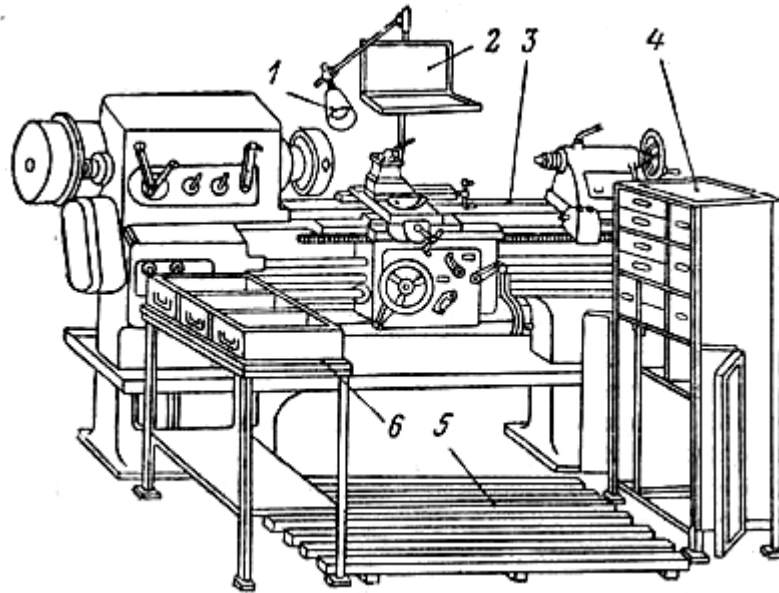


Рисунок 3.1 – Робоче місце токаря-універсала

8. Заготовки і готові деталі не повинні загороджувати робоче місце токаря і повинні бути розташовані таким чином, щоб рухи токаря були найбільш короткими.

Дрібні заготовки, оброблювані в великих кількостях, треба зберігати в ящиках, розташованих біля верстата на рівні рук робітника. Для складання готових деталей треба мати другий такий же ящик поблизу робочого місця.

9. Всі предмети повинні бути розташовані так, щоб робітникові не доводилося постійно нагинатися або займати незручні положення під час взяття або укладання того чи іншого предмета.

Інструменти і пристосування, а також документація повинні зберігатися в інструментальній шафі. У шафі треба підтримувати строгий порядок; для кожного предмета повинно бути своє певне місце. При дотриманні цієї умови робочий запам'ятовує місце зберігання кожного предмета, що сприяє економії часу, що витрачається на пошук потрібних інструментів.

В інструментальній шафі токаря-швидкісника на окремій полиці нагорі зберігається вимірювальний інструмент, поруч - технічна документація. Тут же лежать ходові різці, якими він користується протягом дня; нижче за типами та розмірами розкладені інші різці, ще нижче - свердла, зенкери і розгортки, потім - оправлення, державки, втулки і, нарешті, в самому низу лежать ключі, кулачки і важчі приналежності. Патрони, лонети, косинці і планшайби акуратно складені збоку верстата.

При укладанні в шафу ріжучих інструментів треба стежити, щоб їх вістря не могли отримати забої від будь-яких металевих виробів. З великою увагою слід ставитися до зберігання вимірювального інструмента, рекомендується скоби, калібри, мікрометри та т.д. зберігати на дерев'яних підставках.

Поблизу верстата встановлюється підніжна решітка (див. Рис. 3.1) на такій висоті, щоб середній палець руки, поставленої вертикально і зігнутою у лікті під кутом 90° , знаходився на рівні центрів верстата.

Порядок і чистота на робочому місці

Підтримка строгого порядку і чистоти так само необхідно, як і раціональне планування і оснащення робочого місця.

На заводах ця задача виконується неухильно. Строго дотримуються правила догляду за робочим місцем, підтримки чистоти і порядку. Такі правила вивішуються на робочих місцях. Проведення громадських оглядів організації праці і робочого місця сприяє впровадженню чистоти і порядку.

Крім того, передбачаються заходи, які забезпечують створення гігієнічних і культурних умов роботи. До них відносяться: нормальне освітлення, боротьба з виробничим шумом, створення нормальної температури, вологості і чистоти повітря, забезпечення безпеки роботи.

Організація праці на робочому місці

Економія робочого часу з метою підвищення продуктивності праці – основне правило токаря.

До початку роботи токарь зобов'язаний зробити наступне:

Перевірити справність верстата і роботи всіх механізмів, системи охолодження, перевірити наявність огорожень, натяг і зшивання ременя і т.д.

Перевірити мастило верстата, оглянути всі маслянки, заповнити їх маслом і закрити всі отвори для мастила.

Ознайомитися з майбутньою роботою; перевірити наявність і справність інструменту і пристосувань.

Видалити з робочого місця все, що не потрібно для майбутньої роботи.

Під час роботи токар повинен виконувати наступні правила:

Строго виконувати встановлений порядок обробки; економити мастильні та обтиральні матеріали, а також електроенергію, не допускаючи роботи верстата вхолосту.

Чи не йти від верстата без дозволу майстра.

Кожен предмет класти тільки на своє місце. Користуватися кожним предметом тільки за його прямим призначенням, тобто не застосовувати гайковий ключ замість молотка, не користуватися випадковими обрізками замість підкладок під різець і т. д.

Оберігати робочі поверхні верстата від ударів і бруду; не класти ріжучі та вимірювальні інструменти, ключі та деталі на робочі поверхні станка.

Працювати тільки гострим, добре заточеним інструментом: тупий різець сильно збільшує навантаження верстата, дає нечисту поверхню деталі і веде до поломки верстата і інструменту.

Після закінчення роботи токар повинен виконати наступне:

Розкласти всі предмети по своїх місцях, протерти всі інструменти і робочі поверхні пристосування промасленим ганчіркою.

Пред'явити оброблені деталі контролеру разом з робочим одягом.

Здати в комору непотрібні інструменти і пристосування.

Провести прибирання верстата і інструментальної шафи. Змести щіткою стружку з верстата. Протерти верстат обтиральним матеріалом, ретельно видаливши весь бруд.

Змастити промасленою ганчіркою усі робочі поверхні верстата (промаслені ганчірки складати в відведені для цього ящики).

Отримати завдання на наступний день, щоб заздалегідь ознайомитися з кресленням і технологічним процесом і завчасно підготувати інструмент і пристосування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги безпеки. Інструкція з охорони праці при роботі на металообробних верстатах токарної групи

- Ця інструкція розроблена на підставі вимог законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці України.

- Конструкція токарних верстатів, верстатні пристрої (кондуктори, патрони, планшайби, магнітні плити, оправки тощо) та засоби захисту повинні відповідати вимогам ДСТУ (ГОСТ).

- Експлуатація, ремонт та обслуговування токарних верстатів здійснюється відповідно до вимог технологічної документації та нормативно-правових актів з охорони праці України.

- Працівники під час роботи на токарних верстатах, обов'язково повинні знати та виконувати вимоги цієї інструкції та університетської інструкції з охорони праці.

- При роботі на токарних верстатах на працівників можуть впливати небезпечні і шкідливі фактори [9]:

- підвищене значення напруги в електромережі;
- обертові та рухомі частини верстата;
- гострі кромки, задирки на поверхнях заготовок, інструменту, пристосувань;

- металевий пил;

- підвищені рівні шуму та вібрації;

- підвищена температура заготовок і поверхонь верстата;

- ріжучі та колючі інструменти та ін.

- До самостійної роботи на токарних верстатах допускаються працівники не молодше 18 років, які мають відповідну професійну освіту; медичний висновок про придатність до роботи на верстатах; пройшли спеціальне навчання, перевірку знань (стажування) і інструктажі з охорони праці, згідно з вимогами встановленого в університеті порядку.

- При роботі на токарних верстатах працівники зобов'язані:
 - виконувати роботи та вказівки керівника підрозділу (робіт), згідно з посадовою (робочою) інструкцією;
 - знати та чітко виконувати виробничі (технологічні) інструкції з її експлуатації, поводженню та утриманню верстата;
 - знати можливі небезпечні і шкідливі фактори, які можуть виникнути при роботі на токарному верстаті, особливості впливу їх на людину; а також знати та уміти застосовувати відповідні запобіжні заходи й засоби захисту;
 - користуватися спецодягом, засобами індивідуального та колективного захисту, підтримувати їхню чистоту і справність;
 - дотримуватися особистої гігієни в процесі виконання робіт і після їх закінчення.
- Працівникам забороняється:
 - працювати на несправному верстаті та зі знятими захисними засобами;
 - залишати працюючий верстат без нагляду та допускати до роботи на ньому осіб, які не мають відповідного допуску;
 - відкривати дверці електрошаф та ремонтувати електрообладнання верстатів;
 - виконувати роботи, що не входять до посадових обов'язків;
 - працювати, якщо підлога сковзка; відсутній на підлозі дерев'яний ґратчастий настил по довжині верстата,
 - мити руки в емульсії, маслі, гасі тощо, витирати їх обтиральними матеріалами.
 - Робоче місце слід утримувати в чистоті впродовж всього робочого дня:
 - не захаращувати його і підходи до нього;
 - заготовки, деталі, інструмент тощо необхідно складати на

спеціальних шафах;

– всі промаслені обтиральні матеріали, тирса необхідно прибирати в металеві ящики, щільно закривати кришками і після закінчення роботи видаляти з приміщення.

- Перед початком, під час і після закінчення робіт про всі виявленні порушення на робочому місці й неполадки у роботі верстата негайно повідомити керівника підрозділу (робіт) і приступати до роботи (продовжувати) необхідно тільки після повного їх усунення.

- Курити та приймати їжу необхідно у спеціально відведених місцях.

- Працівники, які виконують роботи на токарних верстатах забезпечуються спецодягом, засобами індивідуального та колективного захисту, згідно з типовими нормами.

- При порушенні вимог цієї інструкції кожний працівник несе відповідальність, згідно з вимогами Правил внутрішнього трудового розпорядку в університеті у відповідності с діючим законодавством України.

4.2 Вимоги безпеки перед початком робіт

- Надягнути спецодяг, застебнутися, заправити так, щоб не було звисаючих кінців; довге волосся сховати під головний убір. Забороняється працювати в тапочках, у відкритому взутті та у взутті на високих підборах, босоніж тощо. [10]:

- Перед включенням верстата переконатися, що пуск верстата нікому не загрожує небезпекою.

- Необхідно оглянути робоче місце та перевірити наявність і справність:

- заземлення металевих корпусів та станин;

- огороження передач (ремінних, зубчастих, ланцюгових та ін.);

- запобіжних пристроїв для захисту від стружки, охолоджувальної рідини;

- огороження робочих зон різання, блокувань, наявність захисних

засобів;

- міцність і надійність оброблювальної деталі та інструменту.
- Відрегулювати місцеве освітлення так, щоб робоча зона була досить освітлена і світло не засліплювало очі.
- Перевірити на холостому ході верстата:
 - справність органів управління (механізмів головного руху, подачі, пуску, зупинки руху та ін.);
 - справність системи змащення й охолодження (переконатися в тому, що змащення й охолоджувальна рідина подаються нормально і безперебійно);
 - справність фіксації важелів вмикання та вимикання (переконатися у неможливості мимовільного перемикавання з холостого ходу на робочий);
 - чи немає заїдань або зайвої слабини в частинах верстата, що рухаються, особливо в шпинделі, у повздовжніх і поперечних ковзанках супорта.
- Перевірити та забезпечити достатнє змащення верстата; при змащенні користуватися тільки відповідними пристроями.
- Переконатися в тому, що шланги, що підводять охолоджувальну рідину, розміщені так, щоб унеможливити їх зіткненні з різальним інструментом і частинами верстата, що рухаються.
- Підготувати крючок для видалення стружки, ключі та інший необхідний інструмент.
- Перед встановленням на верстат протерти деталь і поверхні закріплюючих пристроїв.

4.3 Вимоги безпеки під час роботи

- Працювати на токарних верстатах слід, перебуваючи в хорошому фізичному стані, всі робочі операції виконувати спокійно і обачно; бути завжди уважним, не займатися сторонніми справами і не відволікати інших працівників[9]:.

- Під час роботи на токарних верстатах необхідно:
 - використовувати ріжучий інструмент і пристосування тільки за призначенням;
 - встановлювати і знімати ріжучий інструмент тільки після повної зупинки верстата;
 - встановлювати і знімати важкі деталі (масою більше 16 кг) з верстата за допомогою вантажопідіймальних засобів;
 - розміщувати робочий інструмент, деталі в зручному для користування порядку таким чином, щоб виключити можливість їх скочування або падіння;
 - контролювати міцність закріплення оброблювальної деталі та ріжучого інструменту;
 - підводити ріжучий інструмент до оброблювальної деталі обережно і тільки під час роботи верстата, а відводити до зупинки; не допускати збільшення перерізу стружки;
 - при виникненні вібрації зупинити верстат, перевірити кріпленні заготовки, ріжучого інструменту та пристосувань, вжити заходів до усунення вібрації;
 - при обробці деталей з металу, що дають смугову стружку, користуватися пристроєм для ламання стружки;
 - застерігатися намотування стружки на оброблювальну деталь або ріжучий інструмент і не направляти закручену стружку на себе;
 - для видалення стружки з верстата використовувати спеціальні гачки та щитки.
- Зупинити верстат і вимкнути електрообладнання необхідно у випадках:
 - відлучення від верстата, навіть на короткий час;
 - тимчасовій перерві в роботі;
 - перерві в подачі електроенергії;

- прибирання, змащення, чищення верстата;
- виявлення несправності в устаткуванні;
- підтягування болтів, гайок і інших сполучених деталей верстата;
- розміщення, вимірювання та знімання деталі;
- зняття й надягання ременів на шківи верстата.
- Під час роботи на верстатах забороняється:
 - працювати на верстаті в рукавицях, а також із забинтованими пальцями без гумових напальчників;
 - спиратися на верстат під час його роботи та дозволяти це іншим особам;
 - торкатися проводів та інших струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
 - брати і подавати через працюючий верстат будь-які предмети; підтягувати болти, гайки і інших сполучених деталей верстата;
 - класти деталі, ріжучий інструмент та інші предмети на працюючий верстат;
 - проводити очищення поверхонь із застосуванням кислот і лугів;
 - при установці деталі на верстат знаходитися між деталлю і верстатом;
 - нахилити голову близько до патрону, деталей, що обертаються, або різальних інструментів;
 - зупиняти або гальмувати руками деталі, що обертаються, до їх повної зупинки, навіть при вимкненому верстаті;
 - на ходу верстата проводити виміри, перевіряти рукою чистоту поверхні оброблювальної деталі, проводити шліфування шкірою або абразивом;
 - охолоджувати ріжучий інструмент або оброблювальну деталь за допомогою ганчірки або протиральних кінців;
 - відкривати і знімати огороження та запобіжні пристрої;

- здувати ротом стружку і тирсу з верстата або видаляти безпосередньо руками чи ріжучим інструментом;
 - обдувати стисненим повітрям з шлангу оброблювальну деталь;
 - допускати розбризкування масла та рідини на підлогу;
 - проводити прибирання над і під працюючим верстатом або в безпосередній близькості від його рухомих частин;
 - збирати в один ящик ганчірки, промаслене ганчір'я, стружку і тирсу (для кожного виду відходів повинен бути окремий ящик);
 - користуватися місцевим освітленням напругою вище 42В;
 - працювати на верстаті без закріплення патрона сухарями, що запобігають самовідгвинчуванню при реверсі;
 - гальмувати обертання шпинделя натискуванням руки на обертіві частини верстата або деталі;
 - подавати рукою в шпindelю оброблювану деталь;
 - при відрізанні важких частин деталей або заготовок підтримувати відрізаний кінець руками;
 - працювати зі спрацьованими або забитими центрами;
 - заточувати короткі різці без відповідної оправки;
 - користуватися затискними патронами, якщо зношені робочі площі кулачків.
- Надійно і жорстко закріплювати деталі в патроні верстата. Після закріплення деталі вийняти з патрона торцевий ключ. Не допускати, щоб кулачки виступали за бічну поверхню патрона. Якщо кулачки виступають, необхідно замінити патрон або встановити спеціальні захисні пристосування.
 - Під час установки (нагвинчування) патрона або планшайби на шпindelю необхідно підкладати під них на верстат дерев'яні прокладення з виїмкою за формою патрона (планшайби); нагвинчувати тільки вручну.
 - Згвинчувати патрон (планшайбу) ударами кулачків об підставку допускається.

- В кулачковому патроні без підпора центром задньої бабки можна закріплювати тільки короткі, довжиною не більш 2 діаметрів, урівноважені деталі; в інших випадках для підпора користуватися задньою бабкою.
- При обробці в центрах деталей завдовжки, рівною 12 діаметрам і більш, а також при швидкісному і силовому різанні деталей завдовжки, рівною 8 діаметрам і більш, необхідно застосувати додаткові опори (люнети).
- При обробці деталей в центрах перевірити, чи закріплена задня бабка, і після установки змастити центр. При подальшій обробці необхідно періодично змащувати задній центр.
- При обробці дротового матеріалу виступаючий з шпинделя кінець прута необхідно захищати по усій довжині. Довжина дроту повинна відповідати паспортним даним верстата. При швидкісній обробці забороняється працювати з нерухомим центром.
- При centruванні деталей на верстаті і їх вимірі, а також при виконанні операцій по шліфуванню наждаком, зачистці або відпилюванню – різець необхідно відводити від патрона на безпечну відстань.
- Слідкувати за правильним встановленням різця і не підкладати під нього різні шматки металу; користуватися підкладками, що дорівнюють площі різця.
- Виліт різця при закріпленні його в різцетримачі не повинен перевищувати 1,5 висоти його утримувача. Кріпити різець необхідно не менше ніж двома болтами різцетримача.
- Поверхню оброблювальної заготовки необхідно розміщувати ближче до патрона.
- Для запобігання травм через інструмент, необхідно:
 - включити спочатку обертання шпинделя, а потім подачу; при цьому оброблювальну деталь слід привести в обертання до зустрічі з ріжучим інструментом, врізання проводити плавно, без ударів;
 - перед зупинкою верстата спочатку вимкнути подачу, відвести ріжучий інструмент від деталі, а потім вимкнути обертання шпинделя.

- При обпилюванні, зачистці, шліфуванні оброблювальних деталей на верстаті:

- не торкатися руками або одягом до оброблювальної деталі;
- не проводити вказаних операцій з деталями, що мають виступаючі частини, пази та виїмки (пази та виїмки попередньо закладають дерев'яними пробками);

- стояти обличчям до патрону, тримати ручку напилка лівою рукою, не переносючи праву руку за деталь.

- При обробці заготовки в центрах необхідно застосовувати безпечні хомути або повідкові патрони.

- Під час закріплення заготовки в центрах:

- протерти і змастити центрові отвори;

- застосовувати токарні центри, що відповідають розмірам отворів;

- не застосовувати центр зі зношеними або забитими конусами;

- не допускати упору центру в дно центрального отвору заготовки;

- не затягувати туго задній центр;

- надійно закріплювати задню бабку;

- надійно закріплювати заготовки в хомутах, щоб вони не прокручувалися в процесі обробки.

- У разі наявності на верстаті гідравлічних, пневматичний або електромагнітних пристроїв для закріплення деталей, необхідно захищати від механічних ушкоджень трубки подачі повітря, рідини, електроенергії.

- При перевірці правильності установки заготовки в патроні необхідно користуватися шматком крейди.

- У разі підрізування торців обробку необхідно починати від центру, при цьому різець має бути встановлений по осях центрів.

- Різці з пластинами, що напаяли, з твердих сплавів необхідно ретельно контролювати; забороняється користуватися різцями, пластини яких мають тріщини або ознаки відриву від тіла різця.

- Під час роботи на токарних верстатах інших груп дотримуватися спеціальних вимог безпеки, що наведені у додатках 1–3, що є невід’ємною частиною цієї інструкції.

4.4 Вимоги безпеки по закінченню роботи

4.4.1 Зупинити верстат, вимкнути електродвигун.

4.4.2 Привести в порядок робоче місце:

- прибрати відходи, очистити верстат і столи від забруднення;
- прибрати інструмент, пристосування у відведені для них місця; навести чистоту і порядок у шафці для інструменту;
- акуратно скласти готові деталі, заготовки, матеріал;
- змастити поверхні верстата там, де це необхідно;
- прибрати брудний (використаний) обтиральний матеріал в спеціально визначену для цього тару.

4.4.3 Зняти спецодяг, спецвзуття і засоби індивідуального захисту; прибрати у спеціально відведену шафу. Виконати гігієнічні процедури.

4.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- При виявленні несправностей обладнання, інструменту, пристосувань, оснастки необхідно роботу призупинити і вжити заходів щодо їх усунення. У разі неможливості або небезпеки усунення аварійної ситуації власними силами необхідно терміново повідомити керівника підрозділу (робіт)[10].

- У випадку відключення електроенергії слід терміново вимкнути все електрообладнання, яке знаходиться в роботі, підключення його можна виконувати тільки після того, як напруга електромережі буде відповідати нормам.

- Постраждалому при травмуванні або раптовому погіршенні стану здоров'я повинна бути надана перша долікарська допомога, при необхідності викликати швидку допомогу за тел. 103 та повідомити керівнику

структурного підрозділу (робіт).

- При виникненні пожежі:
 - вжити заходи по гасінню джерела з використанням первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників);
 - при необхідності викликати пожежну охорону за тел. 101.

4.6 Спеціальні вимоги при роботі на різьботокарних верстатах

- Особливо уважно потрібно подавати та знімати гайки, які укладаються в гнізді, вибирати гайки тільки крючком.
- Встановлювати та закріплювати нарізні гайки правильно та надійно так, щоб була виключена можливість їх випадіння та не порушувався технологічний процес під час роботи станка.
- Слідкувати, щоб тиски та затискачі були справними та насічка губок неспрацьованою.
- Стіл повинен бути гладким, без вибоїн, а пази та гнізда неспрацьовані.
- Для кріплення інструментів не застосовувати патрони та пристрої з виступаючими неогородженими частинами (гайками, вінтами).
- При установці інструмента в патрон чи шпindel зупиняти станок (за виключенням випадків, коли застосовуються швидкозмінні патрони).
- Не тримати деталь під час оброблювання руками.
- Підводити супорт з затиснутим прутком до плашкам повільно і якщо останні не забирають кінець прутка, відвести супорт назад і заявити наладчикові про необхідність правильної установки плашок.
- Не торкатися руками до плашкам для виявлення якості різьби.
- При нарізці довгих болтів уважно слідкувати за їх затиском та застосовувати підтримуючі стійки.
- Забороняється під час обертання виробу чи плашок вимірювати різьбу калібрами.

- При встановленні болтів чи прутків кінці їх повинні бути добре заправленні; в іншому випадку можливі зриви різьби та поломка плашок або лерок.

4.7 Спеціальні вимоги при роботі на токарно-револьверних верстатах

- Надійно закріплювати оброблювальну деталь на станку.
- Патрон чи планшайбу перед установкою на станок та перед зніманням протирати від масла, так як змащений патрон може легко вислизнути з рук та викликати травму.
 - При закріпленні деталі кулачковому патроні чи на планшайбі захоплювати деталь кулачками на можливо найбільшу довжину.
 - Не допускати, щоб після закріплення деталі кулачки виступали з патрона чи планшайби за межі зовнішнього діаметру.
 - Якщо кулачки виступають, необхідно замінити патрон чи встановити спеціальне огороження.
 - При обробці пруткового матеріалу кінець прутка, який виступає зі шпинделя, огорожувати на всю довжину. Огороження повинно бути міцним і стійким. Довжина прутка повинна відповідати паспортним даним станка.
 - Після закріплення деталі в патроні обов'язково вийняти торців ключ.
 - При використанні гідравлічних, пневматичних та електромеханічних пристосувань для кріплення деталей добре оберігати від механічних пошкоджень електропроводку та трубки для подачі повітря та рідини.
 - Для установки різця використовувати тільки спеціальні прокладки, які рівні по довжині всієї опорної площини різця. Закріплювати різець так, щоб виліт його був мінімальним та не перевищував більш ніж в 1,5 раз висоту державки різця.
 - Не залишати в револьверній головці інструмент, який не використовується при обробці даної деталі.

- При установці, знятті та вимірі деталі в патроні чи царзі відведену револьверну головку ставити так, щоб оправки з ріжучим інструментом не були на одній осі з оброблюваною деталлю.
- Остерігатися удару ріжучим інструментом під час повертання револьверної головки.
- Не закладати та не подавати рукою в шпindelь оброблюваний пруток під час роботи станка.
- Не гальмувати станок натиском руки на оброблювану деталь чи на обертальні частини станка.
- Під час роботи станка не відкривати та не знімати огорожувальні та запобіжні пристрої.
- При обробці в'язких металів, які дають зливну стружку стрічкову, застосовують різці із пристроями для завивання та ламання стружки.
- Відвести револьверну головку та супорт з інструментом на безпечну відстань при:
 - а) зміні супорта;
 - б) установці та знятті деталей, інструментів.
- Не вимірювати оброблювану деталь (скобою, калібром, лінійкою, штангенциркулем, мікрометром) при роботі станка. Вимірювати деталь дозволяється тільки після виключення фрикціона, відведення супорта та револьверної головки на безпечну відстань.
- Ручну обробку деталі: зачистку, шліфовку, усунення биття проводити при відведених супорті та револьверної головки. При зачистці виробів на станку шкуркою чи порошком використовувати притискні колодки.
- Не посипати ремінь каніфолем для подолання ковзання, а вимагати негайної перешивки ременя.
- Не користуйтеся затискними пристроями з зношеними робочими площинами кулачків або губок.
- При обробці в'язких металів, які дають зливну стружку,

застосовувати різці зі спеціальними пристроями для ламання стружки.

- При обробці крихких металів (чавуна, бронзи), які дають крихку стружку, а також при дробленні сталюї стружки в процесі обробки використовують наступні захисні пристрої: спеціальні пристрої для відведення стружки, прозорі екрани чи індивідуальні щитки (для захисту обличчя).

4.8 Спеціальні вимоги при роботі на токарних напівавтоматах та автоматах

- При роботі на багатопозиційних напівавтоматах та агрегатних верстатах, працюючих по автоматичному циклу, встановлення та знімання деталей проводити тільки на загрузочній позиції.

- Закладати та подавати рукою в шпindelю оброблюваний пруток під час роботи станка забороняється.

- Прутки, які не проходять в шпindelю , силою не штовхати; їх необхідно відправити на додаткову правку.

- Надійність кріплення прутків в цанговім патроні перевіряти легким ударом молотка по торцю прутка: погано закріплений пруток буде зміщатися навіть при легких ударах.

- В цанговім патроні дозволяється закріплювати лише виправлений та добре відкалібрований матеріал.

- При обробці пруткового матеріалу кінець прутка, який виступає із шпindelю, повинен бути огорожений на всю довжину. Працювати з прутком, який вийшов за огороження забороняється.

- Слідкувати за справністю огорожень та їх блокувань при включенні станка. Під час роботи станка не відкривати та не знімати захисні та запобіжні засоби.

- При використанні гідравлічних, пневматичних та електромеханічних пристосувань для кріплення заготовок (прутка) добре оберігати від механічних пошкоджень електропроводку та трубки для подачі

повітря та рідини.

- Гідрокопіювальні станки повинні обов'язково мати справний та запломбований манометр на пілоні задньої бабки.

- Не гальмувати станок натиском руки на обертальні частини станка. Використовувати тільки гальмівні засоби.

- При обробці в'язких металів застосовувати різці зі спеціальною заточкою чи засобами, які забезпечують дроблення стружки в процесі різання.

- При обробці крихких металів та при утворенні дрібної сталеві стружки застосовують пристрої для відведення стружки.

- Оберігати від механічних пошкоджень трубки подачі повітря, рідини, а також електропроводку.

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.

У першому розділі 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 другому розділі виконано проектування допоміжного обладнання а саме трикулачковий патрон, що самоцентрується, спроектовано спеціальний ріжучий інструмент – протяжка для обробки внутрішнього отвору деталі.

У третьому розділі розраховано нормування технологічних операцій та описано організацію робочого місця верстатника.

В останньому розділі підняті проблеми охорони праці на токарних 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 собівартість 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. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. –4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высш. шк., 1983. – 256 с., ил.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 656 с.: ил. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 496 с.: ил.
3. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. Изд. 6-е, перераб. и доп. Учебник для машиностроительных вузов. М., «Высшая школа», 1969. 480 стр. с ил.
4. Режимы резания металлов. Справочник. /Под ред. Ю.В. Барановского – 3-е изд., перераб. и доп. – М., «Машиностроение», 1972. – 363с.: ил
5. 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.
6. 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
7. 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.
8. 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
9. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1999. – 448 с., ил.
10. 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.

ДОДАТКИ